



TUGAS AKHIR - RE 141581

PERENCANAAN PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK SECARA KOMUNAL DI KELURAHAN KAPASARI KECAMATAN GENTENG SURABAYA

VICTOR HOTMA RIOLANDA
3312100089

Dosen Pembimbing
Adhi Yuniarto, ST., MT., PhD.

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR - RE 141581

**PERENCANAAN PENGOLAHAN AIR LIMBAH
DOMESTIK SECARA KOMUNAL DI KELURAHAN
KAPASARI KECAMATAN GENTENG SURABAYA**

VICTOR HOTMA RIOLANDA
3312100089

Dosen Pembimbing
Adhi Yuniarto, ST., MT., PhD.

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



FINAL PROJECT - RE 141581

**DESIGN OF COMMUNAL DOMESTIC
WASTEWATER TREATMENT ON KAPASARI
GENTENG SURABAYA**

VICTOR HOTMA RIOLANDA
3312100089

SUPERVISOR
Adhi Yuniarto, ST., MT., PhD.

DEPARTEMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institute of Technology Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK SECARA KOMUNAL DI KELURAHAN KAPASARI KECAMATAN GENTENG SURABAYA

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

VICTOR HOTMA RIOLANDA
NRP. 3312100089

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:



Adhi Yuniarto, ST., MT., PhD
NIP. 19730601 200003 1 001



**PERENCANAAN PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK
SECARA KOMUNAL DI KELURAHAN KAPASARI
KECAMATAN GENTENG SURABAYA**

Nama Mahasiswa : Victor Hotma Riolanda
NRP : 3312100089
Jurusan : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Adhi Yuniarto, ST., MT., PhD.

ABSTRAK

Surabaya merupakan salah satu kota metropolitan terbesar di Indonesia dengan jumlah penduduk cukup tinggi. Jumlah penduduk yang tinggi sebanding dengan banyaknya limbah domestik yang dihasilkan dan berkurangnya lahan pemukiman. Permasalahan lingkungan seperti masalah sanitasi dan pencemaran badan air juga masih terjadi. Masih ada beberapa penduduk Kota Surabaya yang lebih memilih menyalurkan air limbahnya menuju saluran drainase/sungai yang berada di dekat rumah mereka. Kondisi yang ada ini bertentangan dengan target RPJMD Kota Surabaya bidang sanitasi dan juga belum memenuhi regulasi baku mutu tentang air limbah domestik. Kecamatan Genteng Kota Surabaya memiliki kepadatan penduduk yang cukup tinggi sebesar 2.061 jiwa/km². Kelurahan Kapasari merupakan daerah terpadat di Kecamatan Genteng. Sebagian besar penduduknya membuang air limbah domestiknya ke saluran drainase dan septik tank.

Perencanaan ini dilakukan dengan tujuan untuk merancang sebuah bangunan IPAL komunal menggunakan sistem ABR. Selain itu direncanakan pula sistem penyaluran air limbah. Perencanaannya ditinjau dari aspek teknis dan finansial. Segi teknis meliputi perhitungan debit air limbah, diameter pipa, penanaman pipa, dimensi IPAL komunal, ketersediaan lahan dan gambar teknik perencanaan, sedangkan aspek finansial meliputi biaya pembangunan dan biaya operasi pemeliharaan. Pengumpulan data melalui kuisioner untuk mengetahui pemakaian air bersih dan pengetahuan serta kesediaan warga tentang IPAL komunal.

Hasil dari perencanaan ini berupa desain teknis SPAL dan IPAL komunal menggunakan ABR. SPAL Kelurahan Kapasari melayani RW IV dan V dengan dimensi pipa sebesar 100mm dan 150mm. Sistem ini juga dilengkapi dengan 25 manhole. Bangunan IPAL Komunal dengan jumlah ABR sebanyak dua buah dan parallel. Masing-masing memiliki kapasitas sebesar 107,57 m³/hari. Efisiensi removal COD hingga 83,4%. Besarnya biaya retribusi swadaya masyarakat sebesar Rp 8.000,00/KK.bulan.

Kata kunci: ABR, IPAL Komunal, Kelurahan Kapasari, Limbah Domestik, SPAL

DESIGN OF COMMUNAL DOMESTIC WASTEWATER TREATMENT ON KAPASARI GENTENG SURABAYA

Name : Victor Hotma Riolanda
NRP : 3312100089
Study Programme : Environmental Engineering
Supervisor : Adhi Yuniarto, ST., MT., PhD.

ABSTRACT

Surabaya is one of the most populated cities and has a high population growth. Population growth is resulting in a growing number of domestic waste generated and less land available. In addition to the general population growth was also accompanied by environmental problems such as sanitation and pollution. There are still some people in Surabaya, which do not have access to adequate sanitation facilities and/or does not manage its waste water. They prefers to dispose their wastewater to the drainage or river near their house. This existing condition is contrary to RPJMD Surabaya targets for sanitation, more over it still not fulfill the quality standard for domestic wastewater.

This study is done with the aim of designing a installation of communal wastewater treatment using ABR. In addition its also planned sewerage system. This study evaluated from technical and financial aspects. Technical aspect includes the calculation of wastewater discharge, pipe diameter, planting pipe, pipe dimensions and drawings communal WWTP planning techniques, while the financial aspects of covering the costs of construction and maintenance operating costs. The data collection with questionnaire to find drink water usage and knowledge and the willingness of citizens about communal WWTP.

The results of this study are the sewage system and communal WWTP using Anaerobic Baffled Reactor (ABR). Kapasari sewage system serves RW IV and RW V with pipe dimension of 100mm and 150mm. This system equipped with 25 manholes. Communal WWTP designed with 2 ABRs with parallel

system. Removal efficiency of COD expected about 83.4%. The cost of retribution is Rp 8000.- / KK.month.

Keyword: ABR, Communal WWTP, Domestic Wastewater, Genteng Surabaya, Sewage System

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penyusun ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan anugerahNya Laporan dengan judul "Perencanaan Pengolahan Air Limbah Domestik Secara Komunal di Kelurahan Kapasari Kecamatan Genteng Surabaya" ini dapat diselesaikan dengan baik.

Selama proses penyusunan laporan tugas akhir ini penulis telah mendapat saran dan motivasi. Oleh karena itu, penulis ingin berterimakasih kepada orang-orang yang sudah terlibat baik langsung maupun tidak langsung dalam membantu penulis menyusun laporan tugas akhir ini, antara lain:

- Adhi Yuniarto, S.T., M.T., PhD. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang sudah memberikan bantuan dan ilmu yang bermanfaat kepada penulis.
- Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl. S.E, MSc, PhD., Dr. Ali Masduqi ST., MT., dan Arseto Yekti Bagastyo, ST, MT, M.Phil, Ph.D. selaku dosen penguji tugas akhir atas saran-sarannya dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini.
- Kedua orang tua dan saudara penulis yang sudah memberikan semangat serta doa selama penulis menyusun tugas akhir.
- Kepada teman-teman Teknik Lingkungan ITS 2012 yang sudah sama-sama berjuang menyelesaikan tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan tugas akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran sangat diharapkan untuk perbaikan ke depannya. Semoga laporan tugas akhir ini bisa membawa manfaat bagi para pembaca.

Surabaya, Desember 2016
Hormat saya,

Victor Hotma Riolanda

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

| | |
|--|----|
| ABSTRAK..... | 1 |
| ABSTRACT | 3 |
| KATA PENGANTAR | 5 |
| DAFTAR ISI..... | 7 |
| DAFTAR GAMBAR..... | 11 |
| DAFTAR TABEL | 12 |
| BAB 1 PENDAHULUAN..... | 15 |
| 1.1 Latar Belakang | 15 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 16 |
| 1.3 Tujuan | 17 |
| 1.4 Ruang Lingkup | 17 |
| 1.5 Manfaat Perencanaan..... | 18 |
| BAB 2 GAMBARAN UMUM WILAYAH PERENCANAAN..... | 19 |
| 2.1 Luas, Batas Wilayah, dan Administrasi | 19 |
| 2.2 Geografi dan Topografi | 23 |
| 2.3 Demografi..... | 23 |
| 2.4 Kondisi Sanitasi | 24 |
| 2.5 Rencana Pengembangan Sanitasi Kota | 24 |
| 2.6 Lokasi Perencanaan | 25 |
| BAB 3 TINJAUAN PUSTAKA..... | 29 |
| 3.1 Air Limbah Domestik..... | 29 |
| 3.1.1 Definisi Air Limbah Domestik..... | 29 |
| 3.1.2 Karakteristik Limbah Domestik | 29 |
| 3.1.3 Kondisi Existing Penanganan Air Limbah Domestik di Surabaya..... | 30 |
| 3.1.4 Dampak Pencemaran Air Limbah Domestik | 31 |
| 3.1.5 Baku Mutu Air Limbah Domestik | 31 |
| 3.2 Debit Air Limbah Domestik..... | 32 |
| 3.3 Sistem Penyaluran Air Limbah | 36 |
| 3.3.1 Sistem Pengumpulan | 36 |
| 3.3.2 Sarana Pengumpulan | 37 |
| 3.3.3 Jenis Saluran Air Limbah | 38 |
| 3.3.4 Kecepatan Aliran..... | 39 |
| 3.3.5 Kedalaman Aliran Dalam Saluran..... | 40 |
| 3.3.6 Kemiringan Saluran Penanaman Pipa | 40 |
| 3.3.7 Perhitungan Dimensi Pipa | 41 |

| | | |
|-------------------------------|---|-----|
| 3.4 | Teknologi Pengolahan Air Limbah Domestik Secara Komunal | 43 |
| 3.5 | Anaerobic Baffle Reactor (ABR)..... | 44 |
| 3.5.1 | Gambaran Umum | 44 |
| 3.5.2 | Kriteria Design | 45 |
| BAB 4 METODE PERENCANAAN..... | | 47 |
| 4.1 | Ide Perencanaan | 47 |
| 4.2 | Kerangka Perencanaan | 47 |
| 4.2.1 | Identifikasi Masalah | 47 |
| 4.2.2 | Studi Literatur | 47 |
| 4.2.3 | Pengumpulan Data | 49 |
| 4.2.4 | Perencanaan SPAL dan IPAL | 50 |
| 4.2.5 | Pembuatan Laporan | 52 |
| 4.2.6 | Kesimpulan dan Saran..... | 52 |
| BAB 5 HASIL DAN ANALISA | | 53 |
| 5.1 | Kuesioner | 53 |
| 5.1.1 | Identitas | 53 |
| 5.1.2 | Pengetahuan | 56 |
| 5.1.3 | Perilaku | 57 |
| 5.2 | Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah | 59 |
| 5.2.1 | Penduduk | 59 |
| 5.2.2 | Perhitungan Debit Air Limbah..... | 62 |
| 5.2.3 | Pembebanan Pipa | 64 |
| 5.2.4 | Perhitungan Diameter Pipa | 68 |
| 5.2.5 | Penanaman Pipa | 74 |
| 5.3 | Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah..... | 79 |
| 5.3.1 | Kualitas Air Limbah | 79 |
| 5.3.2 | Perencanaan Bangunan dan Aksesoris Pelengkap | 79 |
| BAB 6 BOQ DAN RAB | | 93 |
| 6.1 | BOQ..... | 93 |
| 6.1.1 | BOQ Pekerjaan dan Pengadaan Pipa | 93 |
| 6.1.2 | BOQ Manhole..... | 94 |
| 6.1.3 | BOQ ABR | 98 |
| 6.2 | RAB | 99 |
| 6.2.1 | Analisa Harga Satuan | 99 |
| 6.2.2 | RAB Penggalan dan Pengadaan Pipa | 110 |
| 6.2.3 | RAB Manhole..... | 118 |
| 6.2.4 | RAB ABR..... | 119 |

| | | |
|----------------|--|-----|
| 6.2.5 | Investasi awal | 119 |
| BAB 7 | OPERASI DAN PEMELIHARAAN IPAL | 123 |
| 7.1 | Operasi dan Pemeliharaan | 123 |
| 7.2 | Standard Operating Procedure (SOP) | 123 |
| BAB 8 | KESIMPULAN DAN SARAN | 127 |
| 8.1 | Kesimpulan | 127 |
| 8.2 | Saran | 127 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 129 |
| LAMPIRAN | | 131 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Peta RTRW Kota Surabaya | 20 |
| Gambar 2.2 Peta Kapasari | 21 |
| Gambar 2.3 Peta Kelurahan Kapasari | 22 |
| Gambar 2.4 Daerah Terlyani Atas(RW IV) dan Kanan(RW V)..... | 22 |
| Gambar 2.5 Arahan Rekomendasi Sistem Pengolahan Air Limbah di Surabaya Pusat..... | 27 |
| Gambar 3.1 Grafik Peak Infiltration Allowance | 34 |
| Gambar 3.2 Sketsa Berbagai Macam Tipe-Tipe Saluran Air Buangan | 39 |
| Gambar 3.3 Hydraulics Elements for Circular Sewers | 42 |
| Gambar 3.4 Anaerobic Baffle Reactor (ABR)..... | 45 |
| Gambar 4.1 Metode Perencanaan | 48 |
| Gambar 5.1 Persentase Umur Responden | 54 |
| Gambar 5.2 Persentase Pendidikan Terakhir Responden..... | 54 |
| Gambar 5.3 Persentase Pekerjaan Responden | 55 |
| Gambar 5.4 Persentase Penghasilan Responden | 55 |
| Gambar 5.5 Pengetahuan Responden | 56 |
| Gambar 5.6 Sumber Air Bersih | 57 |
| Gambar 5.7 Kepemilikan Jamban | 58 |
| Gambar 5.8 Ketersediaan Warga untuk Limbah Diolah Komunal... | 59 |
| Gambar 5.9 Grafik Elemen Hidraulik Untuk Pipa Bulat | 68 |
| Gambar 5.10 Tipikal Manhole Saluran Lurus..... | 80 |
| Gambar 5.11 COD Removal pada Settler..... | 82 |
| Gambar 5.12 Relasi COD/BOD removal Faktor..... | 82 |
| Gambar 5.13 TSS Removal Graph..... | 83 |
| Gambar 5.14 Reduksi Volume Lumpur..... | 84 |
| Gambar 5.15 Hubungan HRT & BOD removal pada ABR..... | 88 |
| Gambar 5.16 Efek OLR pada BOD removal | 89 |
| Gambar 5.17 Hubungan BOD removal dengan kualitas limbah pada ABR | 89 |
| Gambar 5.18 Pengaruh Suhu pada Removal | 90 |
| Gambar 5.19 Pengaruh HRT pada Removal | 90 |
| Gambar 5.20 Faktor jumlah Upflow Chamber..... | 91 |
| Gambar 6.1 Sketsa Galian Penanaman Pipa Miring | 93 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|-----|
| Tabel 2.1 Luas Wilayah dan Ketinggian Tiap Kelurahan di Kecamatan Genteng | 23 |
| Tabel 2.2 Jumlah Penduduk Kelurahan Kapasari | 23 |
| Tabel 2.3 Data BABS di Kelurahan Kapasari | 24 |
| Tabel 2.4 Hasil Penilaian Resiko Kesehatan Lingkungan Kelurahan Kapasari | 25 |
| Tabel 3.1 Tipikal Karakteristik Air Limbah Domestik yang Belum Diolah | 30 |
| Tabel 3.2 Baku Mutu Air Limbah Domestik Indonesia | 32 |
| Tabel 3.3 Baku Mutu Air Limbah Domestik Kota Surabaya | 32 |
| Tabel 3.4 Slope Minimum Berdasarkan Diameter Pipa | 40 |
| Tabel 5.1 Jumlah Penduduk Kelurahan Kapasari | 60 |
| Tabel 5.2 Jumlah KK pada Setiap RW di Kelurahan Kapasari ... | 60 |
| Tabel 5.3 Jumlah KK RW IV dan Status BABS | 61 |
| Tabel 5.4 Jumlah KK RW V dan Status BABS | 61 |
| Tabel 5.5 Perhitungan Debit Air Limbah RW V | 63 |
| Tabel 5.6 Pembebanan Pipa pada RW V | 65 |
| Tabel 5.7 Dimensi Pipa RW V | 71 |
| Tabel 5.8 Perhitungan Kecepatan Aliran Pipa di RW V | 72 |
| Tabel 5.9 Penanaman Pipa RW V | 77 |
| Tabel 5.10 Kualitas Air Limbah | 79 |
| Tabel 5.11 Jarak antar Manhole Pada Jalur Lurus | 79 |
| Tabel 5.12 Rekap Kualitas Effluen | 91 |
| Tabel 6.1 BOQ Penanaman Pipa | 95 |
| Tabel 6.2 BOQ Manhole Lurus | 97 |
| Tabel 6.3 BOQ Drop Manhole Pertigaan | 97 |
| Tabel 6.4 BOQ ABR | 98 |
| Tabel 6.5 HSPK Kota Surabaya Tahun 2016 | 100 |
| Tabel 6.6 RAB Pipa B1-B | 110 |
| Tabel 6.7 RAB Pipa B2-B | 110 |
| Tabel 6.8 RAB Pipa B-C | 110 |
| Tabel 6.9 RAB Pipa C1-C | 111 |
| Tabel 6.10 RAB Pipa C2-C | 111 |
| Tabel 6.11 RAB Pipa C-D | 112 |
| Tabel 6.12 RAB Pipa D1-D | 112 |
| Tabel 6.13 RAB Pipa D2-D | 112 |
| Tabel 6.14 RAB Pipa D-E | 113 |

| | |
|--|-----|
| Tabel 6.15 RAB Pipa E1-E..... | 113 |
| Tabel 6.16 RAB Pipa E-F..... | 113 |
| Tabel 6.17 RAB Pipa F1-F..... | 114 |
| Tabel 6.18 RAB Pipa F2-F..... | 114 |
| Tabel 6.19 RAB Pipa F-G..... | 115 |
| Tabel 6.20 RAB Pipa G1-G..... | 115 |
| Tabel 6.21 RAB Pipa G-H..... | 115 |
| Tabel 6.22 RAB Pipa H1-H..... | 116 |
| Tabel 6.23 RAB Pipa H-I..... | 116 |
| Tabel 6.24 RAB Pipa J1-J..... | 116 |
| Tabel 6.25 RAB Pipa J-I..... | 117 |
| Tabel 6.26 RAB Pipa I-IPAL..... | 117 |
| Tabel 6.27 RAB Tipikal Manhole Lurus..... | 118 |
| Tabel 6.28 Tipikal Drop Manhole Pertigaan..... | 118 |
| Tabel 6.29 RAB ABR..... | 121 |
| Tabel 6.30 Rekapitulasi RAB..... | 122 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kecamatan Genteng adalah salah satu kecamatan yang terletak di pusat Kota Surabaya. Daerah ini memiliki fungsi utama sebagai kawasan permukiman, pemerintahan, perdagangan, dan jasa. Pada tahun 2014, jumlah penduduk Kecamatan Genteng mencapai 70.266 jiwa dan kepadatan sebesar 2.061 jiwa/km² (Kecamatan Genteng dalam Angka 2015). Kecamatan Genteng termasuk dalam kategori kepadatan sedang di Surabaya, namun pada beberapa kelurahan memiliki kepadatan yang tinggi. Tingginya kepadatan penduduk berarti semakin banyak daerah pemukiman di Surabaya. Ditinjau dari aspek lingkungan, hal ini dianggap tidak menguntungkan karena berpotensi menimbulkan masalah pencemaran lingkungan.

Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama (Kepmen LH No. 112 tahun 2003). Air limbah domestik berkontribusi sebesar 60% terhadap pencemaran Kali Surabaya. Pada umumnya, air limbah tersebut dibuang begitu saja tanpa ada pengolahan pendahuluan. Hal ini dapat mengakibatkan adanya pencemaran di badan air, sehingga menimbulkan penyakit bawaan air (Fatnasari, 2010). Sebagai kota yang memanfaatkan air sungai sebagai sumber air baku untuk air minum, kondisi ini sangat merugikan karena setiap penambahan beban BOD sebesar 1 mg/l akan menaikkan biaya pengolahan sebesar Rp. 9,17/m³ (Kementrian PU, 2013).

Perlu dilakukan usaha untuk memperbaiki kualitas air limbah sebelum dibuang ke lingkungan agar memenuhi baku mutu lingkungan. Menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013 baku mutu untuk air limbah adalah sebesar 50 mg/l untuk COD dan 50 mg/l untuk TSS. Oleh sebab itu perlu sistem yang terintegrasi untuk mengatasi dan mencegah pencemaran yang ada. Sistem penyaluran air limbah dan instalasi pengolahan air limbah secara komunal merupakan salah satu solusi yang bisa dilakukan. Dengan adanya sistem ini diharapkan kadar

pencemaran menjadi turun dan meningkatnya taraf kesehatan masyarakat.

Pengolahan secara komunal atau pengolahan setempat umumnya digunakan untuk mengolah senyawa organik di dalam limbah. Untuk mengolah air yang mengandung senyawa organik, umumnya menggunakan teknologi pengolahan air limbah secara biologis atau gabungan antara proses kimia-fisika. Proses secara biologis tersebut dapat dilakukan pada kondisi aerobik (dengan udara), kondisi anaerobik (tanpa udara) atau dengan kombinasi keduanya. Proses aerobik biasanya digunakan untuk pengolahan limbah dengan beban BOD tidak terlalu besar, sedangkan proses anaerobik digunakan untuk pengolahan air limbah dengan beban BOD yang sangat tinggi (Wulandari, 2014). Pada perencanaan ini, dititik beratkan pada pengolahan limbah secara anaerobik.

Kelurahan Kapasari, adalah salah satu kelurahan pada Kecamatan Genteng Kota Surabaya. Kelurahan ini merupakan salah satu kawasan dengan permukiman kumuh yang cukup besar di wilayah Surabaya Pusat. Jumlah permukiman kumuh di Kelurahan Kapasari mencapai 3145 KK (Kurniati, 2013). Berdasarkan data dari Dinas Kesehatan Kota Surabaya, pada Kelurahan Kapasari terdapat 348 rumah yang melakukan praktik k BABS. Secara nasional pemerintah memiliki target RPJMN 2015-2019 yaitu 100% pelayanan sanitasi (air limbah domestik, sampah dan drainase lingkungan) yakni 85% penduduk terlayani akses sesuai Standard Pelayanan Minimal (SPM) (BPPN, 2014).

Pada studi kasus ini, akan direncanakan sistem penyaluran air limbah dan instalasi pengolahan air limbah. Pengolahan air limbah direncanakan menggunakan ABR sebagai pengolahan biologis. Lokasi perencanaan dilaksanakan di Kelurahan Kapasari Kecamatan Genteng. Lokasi ini dipilih karena wilayah Kelurahan Kapasari merupakan salah satu wilayah yang kompleks seperti Kota Surabaya. Selain merencanakan aspek teknis, juga akan dihitung rencana anggaran biaya(RAB) yang dibutuhkan untuk merealisasikan rencana tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari perencanaan ini adalah:

1. Bagaimana rencana sistem penyaluran air limbah domestik di Kelurahan Kapasari Kecamatan Genteng?

2. Bagaimana pengolahan yang tepat untuk air limbah domestik di Kelurahan Kapasari Kecamatan Genteng?
3. Berapa biaya yang dibutuhkan untuk membangun suatu fasilitas penyaluran dan pengolahan air limbah di Kelurahan Kapasari Kecamatan Genteng?

1.3 Tujuan

Tujuan dari perencanaan ini adalah:

1. Merencanakan Sistem Penyaluran Air Limbah (SPAL) domestik di Kelurahan Kapasari Kecamatan Genteng.
2. Merencanakan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Kelurahan Kapasari Kecamatan Genteng.
3. Mendapatkan besar nilai *Bill of Quantity* (BOQ) dan Rekapitulasi Anggaran Biaya (RAB).

1.4 Ruang Lingkup

Batasan dalam lingkup perencanaan ini adalah:

1. Perencanaan dilakukan di wilayah Kelurahan Kapasari, Kecamatan Genteng Kota Surabaya.
2. Waktu perencanaan dimulai dari bulan Januari hingga Mei 2016.
3. Aspek yang dikaji adalah aspek teknis dan finansial.
4. Jenis data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder.
 - Data primer mencakup data penggunaan air bersih dan data topografi.
 - Data sekunder mencakup data demografi kependudukan, data administrasi dan peta.
5. Perencanaan air limbah meliputi *black water* dan *grey water*.
6. Sistem penyaluran air limbah yang digunakan merupakan sistem terpisah.
7. Perencanaan saluran perpipaan hingga saluran sekunder, dan untuk satu wilayah didetailkan hingga *house inlet*.
8. Perencanaan instalasi pengolahan air limbah menggunakan *Anaerobic Baffled Reactor*

1.5 Manfaat Perencanaan

Manfaat dari perencanaan ini adalah terbentuknya rencana penyaluran air limbah sesuai karakteristik air limbah di wilayah Kelurahan Kapasari, Kecamatan Genteng, Kota Surabaya.

BAB 2

GAMBARAN UMUM WILAYAH PERENCANAAN

Kelurahan Kapasari adalah salah satu kelurahan di Kecamatan Genteng Surabaya yang berada di wilayah pusat kota. Pada Kelurahan Kapasari masih banyak tersebar permukiman kumuh. Dimana permukiman kumuh menjadi salah satu indikasi rendahnya tingkat kesejahteraan. Selain itu Kelurahan Kapasari juga merupakan kawasan yang padat penduduk..

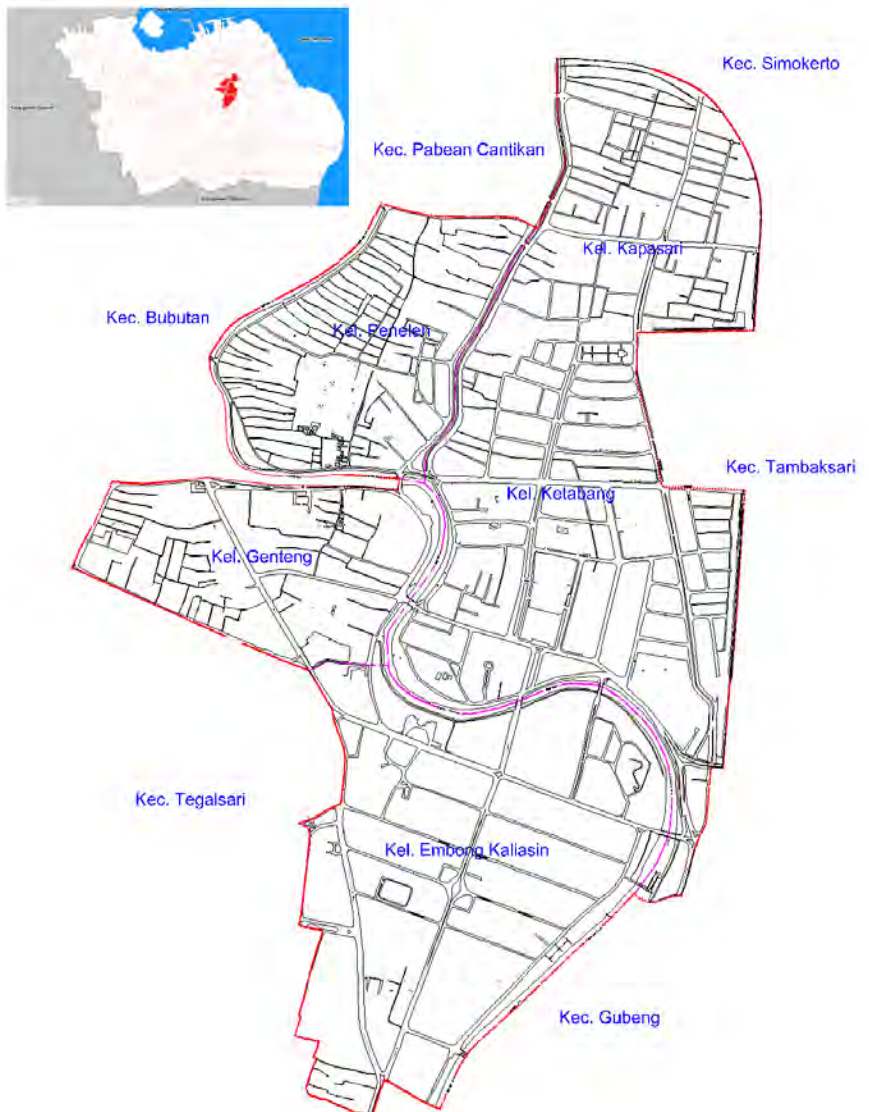
2.1 Luas, Batas Wilayah, dan Administrasi

Kecamatan Genteng merupakan kecamatan yang berada di wilayah Surabaya Pusat dengan ketinggian $\pm 3\text{m}$ diatas permukaan laut. Kecamatan ini memiliki luas sebesar $\pm 34,1 \text{ km}^2$ yang terdiri dari 5 kelurahan. Jumlah penduduk Kecamatan Genteng pada tahun 2014 sebanyak 70.266 jiwa, dari jumlah tersebut terdapat sejumlah 18.187 keluarga.

Kelurahan Kapasari merupakan kelurahan di Kecamatan Genteng dengan luas wilayah sebesar $3,5 \text{ km}^2$ dan dihuni oleh 20.788 jiwa. Kepadatan penduduk pada Kelurahan Kapasari adalah sebesar 5.939 jiwa/km^2 .

Berikut ini merupakan batas-batas administratif Kelurahan Kapasari, Kecamatan Genteng, Kota Surabaya:

- Sebelah Utara : Kecamatan Simokerto
- Sebelah Selatan : Kelurahan Ketabang,
Kecamatan Genteng
- Sebelah Barat : Kelurahan Peneleh, Kecamatan
Genteng
- Sebelah Timur : Kecamatan Tambaksari



Gambar 2.2 Peta Kapasari

2.2 Geografi dan Topografi

Kondisi topografi Kecamatan Genteng Kota Surabaya sebagian besar merupakan daratan rendah dengan ketinggian ± 3 meter di atas permukaan laut. Kecamatan Genteng memiliki topografi yang cenderung datar. Berikut ini data luas wilayah dan ketinggian pada Kecamatan Genteng.

Tabel 2.1 Luas Wilayah dan Ketinggian Tiap Kelurahan di Kecamatan Genteng

| No | Kelurahan | Luas Wilayah (km ²) | Ketinggian Wilayah (m) |
|--------|-----------------|------------------------------------|---------------------------|
| 1 | Embong Kaliasin | 11 | 3 |
| 2 | Ketabang | 9,8 | 3 |
| 3 | Genteng | 5,3 | 3 |
| 4 | Peneleh | 4,5 | 3 |
| 5 | Kapasari | 3,5 | 3 |
| Jumlah | | 34,1 | - |

Sumber: Kecamatan Genteng Dalam Angka 2015

2.3 Demografi

Jumlah penduduk Kecamatan Genteng pada tahun 2014 adalah sebesar 70.266 jiwa. Kelurahan Kapasari merupakan kelurahan dengan penduduk yang paling banyak jika dibandingkan dengan kelurahan lain yaitu sebanyak 20.788 jiwa pada tahun 2014. Selain memiliki penduduk terbanyak, kelurahan ini juga merupakan kelurahan terpadat di Kecamatan Genteng. Jumlah penduduk Kelurahan Kapasari dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 2.2 Jumlah Penduduk Kelurahan Kapasari

| Tahun | Luas Wilayah (km ²) | Jumlah Penduduk (jiwa) | Kepadatan Penduduk (jiwa/km ²) |
|-------|------------------------------------|---------------------------|---|
| 2012 | 3,5 | 14173 | 4049 |
| 2013 | 3,5 | 20655 | 5901 |
| 2014 | 3,5 | 20788 | 5939 |

Sumber: Kecamatan Genteng dalam Angka 2015

Kelurahan Kapasari memiliki nilai skor kepadatan 3 dari skor maksimal 4. Semakin tinggi tingkat kepadatan penduduknya maka skor yang diperoleh juga akan semakin besar. Di Kota Surabaya suatu daerah dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi pada umumnya dihuni oleh masyarakat dengan golongan ekonomi menengah ke bawah, sehingga secara tidak langsung juga berdampak pada sulitnya akses terhadap sanitasi yang layak dan air bersih hal ini dikarenakan keterbatasan ekonomi.

2.4 Kondisi Sanitasi

Menurut Puskesmas Paneleh hampir semua warga di Kelurahan Kapasari sudah memiliki fasilitas sanitasi (jamban). Namun, masih banyak rumah yang tidak memiliki tangki septik dan membuang limbahnya ke saluran drainase yang mengarah ke Kalimas Surabaya. Kelurahan Kapasari terdiri dari 11 RW, tercatat 131 rumah pada RW 4 dan 37 rumah pada RW 5 masih melakukan praktik BABS (Buang Air Besar Sembarangan).

Tabel 2.3 Data BABS di Kelurahan Kapasari

| RW | RT | Jumlah BABS (Rumah) | Total (Rumah) |
|----|----|------------------------|---------------|
| 4 | 4 | 20 | 131 |
| | 5 | 10 | |
| | 6 | 13 | |
| | 7 | 25 | |
| | 8 | 29 | |
| | 9 | 17 | |
| | 10 | 17 | |
| 5 | 8 | 7 | 34 |
| | 9 | 7 | |
| | 12 | 20 | |

Sumber: Puskesmas Peneleh, 2015

2.5 Rencana Pengembangan Sanitasi Kota

Menurut Buku Putih Sanitasi Kota Surabaya Tahun 2010, Kelurahan Kapasari termasuk pada area beresiko rendah (kesehatan lingkungan) yaitu dengan skor 2 (skala 0-4). Indikator yang digunakan dan pembobotannya adalah sebagai berikut:

- Kepadatan penduduk, skor : 35 %
- Bantuan langsung tunai, skor : 15 %
- Sambungan rumah PDAM dan tandon umum, skor : 25 %
- Jamban pribadi, skor : 25 %

Indikator skor di atas merupakan penetapan skor yang disepakati oleh Kelompok Kerja Sanitasi Kota Surabaya.

Tabel 2.4 Hasil Penilaian Resiko Kesehatan Lingkungan Kelurahan Kapasari

| | |
|--------------------|------|
| Skor Data Sekunder | 2,18 |
| Skor Persepsi SKPD | 2 |
| Skor Studi EHRA | 2 |
| Skor Disepakati | 2 |

Sumber: Buku Putih Sanitasi Surabaya, 2010

Kelurahan Kapasari mendapatkan skor 2 atau resiko rendah. Hal ini terjadi karena indikator fasilitas tangki septik/saluran komunal tidak dimasukkan dalam pembobotan. Jika fasilitas tanki septik/saluran komunal dimasukkan kemungkinan besar skornya akan semakin tinggi.

Berdasarkan Strategi Sanitasi Kota Surabaya 2010, wilayah Kelurahan Kapasari yang termasuk dalam Kecamatan Genteng termasuk dalam rencana pengembangan sanitasi Kota Surabaya untuk tahun 2017-2022. Pada Kecamatan Genteng direncanakan akan ada 210 unit sistem sanitasi komunal pada akhir tahun 2022. Untuk wilayah Kelurahan Kapasari direncanakan akan ada 26 unit sistem sanitasi komunal dengan kapasitas yang berbeda (Gambar 2.1 Gambar 2.5).

2.6 Lokasi Perencanaan

Lokasi perencanaan berada pada Kelurahan Kapasari yang tersebar pada RW IV dan RW V. Pemilihan lokasi didasarkan pada kepadatan penduduk, persebaran wilayah penduduk, serta status BABS. Perencanaan ini akan melayani limbah domestik dari rumah tangga. Pembagian wilayah untuk masing-masing kawasan memperhatikan batas administratif wilayah. Hal ini dilakukan agar

memudahkan untuk masalah kelembagaan dalam tahap pengoperasian. Lahan yang digunakan untuk membangun adalah dibawah jalan.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 3

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Air Limbah Domestik

3.1.1 Definisi Air Limbah Domestik

Air limbah domestik adalah air yang telah digunakan oleh masyarakat dan mengandung material yang ditambahkan ke air saat digunakan. Tambahan ini terdiri dari limbah yang berasal dari tubuh manusia seperti feses dan urin yang dibuang bersama dengan air toilet. Selain itu air limbah domestik juga berasal dari air sisa kegiatan pencucian, kamar mandi, dapur, dll (Mara, 2003). Air limbah domestik dibagi menjadi dua yaitu *greywater* dan *blackwater*. *Greywater*, pada umumnya mengacu pada air limbah yang dihasilkan dari rumah tangga dari kegiatan seperti mandi dan mencuci pakaian. Air limbah ini berbeda dengan *blackwater* yang terkontaminasi lebih berat dan berasal dari toilet (Allen *et al.*, 2010)

3.1.2 Karakteristik Limbah Domestik

Karakteristik air limbah sangat bervariasi, hal ini tergantung pada asal dan sumber air limbah. Faktor waktu dan metoda pengambilan sampel juga berpengaruh pada karakteristik air limbah (Said, 2000). Sifat air limbah domestik begitu rumit sehingga susah untuk menganalisis secara lengkap. Namun, karena relatif mudah untuk membandingkan jumlah oksigen yang digunakan oleh bakteri untuk mengoksidasi air limbah, konsentrasi bahan organik dalam air limbah dapat dengan mudah dinyatakan dalam jumlah oksigen yang diperlukan untuk oksidasi. Secara mendasar ada tiga cara untuk mengekspresikan kebutuhan oksigen oleh limbah:

- ThOD
- COD
- BOD (Mara, 2003).

Selain karakteristik di atas, ada kandungan lain yang esensial dalam karakteristik air limbah, yaitu TS, TSS, dan SS. Karakteristik air limbah yang belum diolah dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3.1 Tipikal Karakteristik Air Limbah Domestik yang Belum Diolah

| Contaminants | Unit | Concentration | | |
|-------------------------|---------|---------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| | | Weak | Medium | Strong |
| Solids, total (TS) | mg/L | 390 | 720 | 1230 |
| Dissolved, total (TDS) | mg/L | 270 | 500 | 860 |
| -Fixed | mg/L | 160 | 300 | 520 |
| -Volatile | mg/L | 110 | 200 | 340 |
| Suspended solids (SS) | mg/L | 120 | 210 | 400 |
| -Fixed | mg/L | 25 | 50 | 85 |
| -Volatile | mg/L | 95 | 160 | 315 |
| Settable solids | mg/L | 5 | 10 | 20 |
| BOD ₅ , 20°C | mg/L | 110 | 190 | 350 |
| Total organic carbon | mg/L | 80 | 140 | 260 |
| COD | mg/L | 250 | 430 | 800 |
| Nitrogen (total as N) | mg/L | 20 | 40 | 70 |
| -Organic | mg/L | 8 | 15 | 25 |
| -Free ammonia | mg/L | 12 | 25 | 45 |
| -Nitrites | mg/L | 0 | 0 | 0 |
| -Nitrates | mg/L | 0 | 0 | 0 |
| Phosphorus (total as P) | mg/L | 4 | 7 | 12 |
| -Organic | mg/L | 1 | 2 | 4 |
| -Inorganic | mg/L | 3 | 5 | 10 |
| Chlorides | mg/L | 30 | 50 | 90 |
| Sulfate | mg/L | 20 | 30 | 50 |
| Oil and Grease | mg/L | 50 | 90 | 100 |
| VOC | mg/L | <100 | 100-400 | >400 |
| Total Coliform | #/100mL | | 10 ⁷ - 10 ⁹ | 10 ⁷ - 10 ¹⁰ |
| Fecal Coliform | #/100mL | | 10 ⁴ - 10 ⁶ | 10 ⁵ - 10 ⁸ |

Sumber: Metcalf and Eddy .Wastewater Engineering, Treatment and Reuse. 4th Edition. 2003. Table 3-15.

3.1.3 Kondisi Existing Penanganan Air Limbah Domestik di Surabaya

Kota Surabaya merupakan ibukota Provinsi Jawa Timur dengan jumlah rumah tangga sebanyak 756.783 rumah tangga. Kota ini telah lama menjadi pelabuhan penting dan pusat komersial. Seperti kota-kota lainnya, Kota Surabaya saat ini tidak memiliki sistem pengolahan air limbah secara off-site. Sebanyak 24.524 rumah tangga tidak memiliki tangki septik dan 16.827 rumah

tangga langsung membuang limbahnya ke sungai, laut, tanah, dll (BPS, 2010). Umumnya masyarakat langsung membuang limbahnya ke jalur drainase. Air limbah dan lumpur yang menumpuk pada sistem on-site rumah tangga banyak yang merembes dan mencemari tanah di sekitarnya. Hanya sejumlah kecil yang dikumpulkan dan diangkut ke IPLT oleh truk swasta yang berlisensi pemerintah (Winters *et al.*, 2014).

3.1.4 Dampak Pencemaran Air Limbah Domestik

Masalah pencemaran di Kota Surabaya terutama disebabkan oleh kebiasaan masyarakat yang sulit diubah, terutama masyarakat yang tinggal di pinggir sungai yang masih menggunakan badan sungai sebagai tempat pembuangan air limbah domestik. Buruknya sanitasi perkotaan akan menyebabkan masalah pada tingkat kesehatan masyarakat, terutama munculnya berbagai penyakit diare, muntaber dan penyakit kulit. Selain itu, kualitas air di Kota Surabaya yang semakin menurun (baik air tanah maupun air permukaan) hal ini disebabkan oleh meluapnya air dari *septic tank* dan sistem pembuangan air limbah secara langsung ke badan air (BLH Kota Surabaya). Air limbah domestik yang dibuang ke lingkungan yang dapat menurunkan kualitas lingkungan.

3.1.5 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Air limbah domestik harus memenuhi standar baku mutu sebelum dibuang ke badan air. Hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya pencemaran akibat beban buangan air limbah domestik. Secara nasional, standar baku mutu air limbah domestik diatur dan ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 58 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Sedangkan peraturan baku mutu air limbah domestik di Kota Surabaya mengacu pada Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya. Peraturan ini mengacu pada peraturan menteri terdahulu. Baku mutu air limbah domestik dapat dilihat pada .Tabel 3.2 dan Tabel 3.3.

Tabel 3.2 Baku Mutu Air Limbah Domestik Indonesia

| Parameter | Satuan | Kadar Maksimum |
|------------------|--------------|----------------|
| BOD ₅ | mg/l | 30 |
| COD | mg/l | 50 |
| TSS | mg/l | 50 |
| Minyak dan Lemak | mg/l | 10 |
| pH | - | 6-9 |
| Amoniak | mg/l | 10 |
| Total Coliform | jumlah/100ml | 3000 |

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 58 Tahun 2016

Tabel 3.3 Baku Mutu Air Limbah Domestik Kota Surabaya

| Parameter | Satuan | Kadar Maksimum |
|------------------|--------|----------------|
| BOD ₅ | mg/l | 30 |
| COD | mg/l | 50 |
| TSS | mg/l | 50 |
| Minyak dan Lemak | mg/l | 10 |
| pH | - | 6-9 |

Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013

Pada perencanaan ini akan digunakan baku mutu berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013.

3.2 Debit Air Limbah Domestik

Besarnya debit air limbah yang dihasilkan dapat ditentukan dengan memperhatikan:

- Sumber air limbah
- Besarnya pemakaian air bersih.
- Jenis bahan saluran, cara-cara penyambungan dan banyaknya bahan pelengkap lainnya.
- Curah hujan, daya serap dan keadaan air tanah.

Hal-hal yang harus diperhitungkan adalah sebagai berikut:

1. Debit Air Limbah Rata-Rata Harian

Dari hasil perkiraan besarnya debit penggunaan air bersih untuk rumah tangga, bangunan umum, institusional dan sebagainya, tidak keseluruhannya akan mengalir sebagai air limbah. Dengan kata lain, debit air limbah rata-rata harian merupakan jumlah dari debit air limbah domestik dan debit air limbah non domestik.

Untuk mencari besarnya debit air limbah domestik dapat digunakan rumus:

$$Q_d = (60\%-85\%) \times q \text{ air} \quad (2.1)$$

Di mana:

Q_d = debit air limbah domestik (L/det)

$q \text{ air}$ = kebutuhan air bersih domestik (L/org/hr)

(Metcalf and Eddy, 1981)

Pada perencanaan ini digunakan sebanyak 80% air bersih menjadi air limbah.

2. Debit Infiltrasi dan Inflow

Jika digunakan sistem terpisah, harus diperhitungkan pula debit air yang masuk ke dalam jalur perpipaan, yaitu infiltrasi air tanah dan air hujan. Infiltrasi adalah air tanah yang memasuki sistem perpipaan. Air ini dapat masuk melalui celah-celah pipa, retakan, sambungan pipa, manhole, dll. Sedangkan *inflow* adalah air yang berasal dari air hujan, seperti limpasan air, saluran drainase, genangan air, dll. Debit inflow biasanya langsung dihitung bersama dengan debit infiltrasi. Debit infiltrasi dan inflow sangat bervariasi sesuai dengan wilayah. Debit infiltrasi (termasuk inflow) diestimasikan berdasarkan luas wilayah terlayani dimana sebesar 0,2 hingga 28 m³/ha.hari. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Q \text{ infiltrasi} = (F_{inf} \times \text{Luas Wilayah}) \quad (2.2)$$

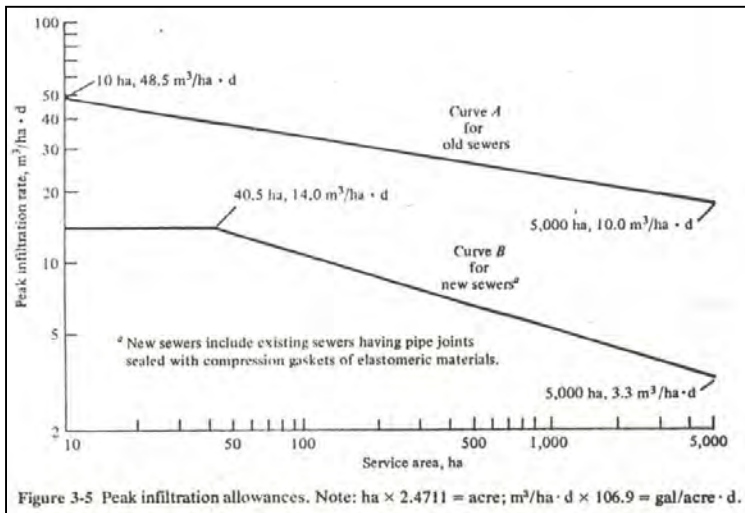
Di mana:

$Q \text{ infiltrasi}$ = debit rata-rata infiltrasi (L/det)

F_{inf} = faktor infiltrasi (dari grafik)

Luas Area = luas area pelayanan (Ha)

Pada perencanaan ini digunakan faktor infiltrasi sebesar 14 m³/ha.hari sesuai dengan grafik. Angka ini diasumsikan sudah mencakup debit infiltrasi dan debit inflow.



Gambar 3.1 Grafik Peak Infiltration Allowance
(Sumber : Metcalf and Eddy, 1981)

3. Fluktuasi Pengaliran

Fluktuasi air limbah tergantung pada fluktuasi pemakaian air bersih. Pada waktu pemakaian air bersih memuncak, besarnya debit air limbah pun akan meningkat. Hal yang sama akan berlaku apabila pemakaian air bersih berada dalam debit minimum. Fluktuasi air limbah yang perlu diperhitungkan, yaitu:

- Debit air limbah rata-rata (Q_{ave})
- $$Q_{ave} = Q_d + Q_{nd} \quad (2.3)$$

Di mana:

Q_{ave} = debit air limbah rata-rata (L/det)

Q_d = debit air limbah domestik (L/det)

Q_{nd} = debit air limbah non domestik (L/det)

Pada perencanaan ini hanya menghitung limbah domestik saja

- Debit air limbah minimum (Q_{min})

- Debit air buangan pada saat minimum, debit ini berguna dalam penentuan dimensi pipa untuk menentukan apakah saluran harus digelontor atau tidak, nilai debit minimum bervariasi sesuai dengan jumlah penduduk. Debit minimum dapat diasumsikan sebesar 30%-90% dari debit rata-rata (Metcalf and Eddy, 2014). Menurut Qasim, 1999 debit minimum dihitung menggunakan persamaan berikut:

- $$Q_{min} = Q_{ave} \times \frac{0,2}{P^{1/6}} \quad (2.4)$$

Di mana:

Q_{min} = debit air limbah minimum (L/det)

Q_{ave} = debit air limbah rata-rata (L/det)

P = Jumlah penduduk/1000

- Debit air limbah puncak (Q_{peak})
Debit puncak adalah debit air buangan yang dipergunakan dalam menghitung dimensi saluran. Debit puncak merupakan perkalian antara debit rata-rata dengan faktor *peak*. Faktor *peak* dihitung sesuai dengan jumlah penduduk (Fair & Geyer, 1968) Adapun penentuan faktor *peak* bisa dilakukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$F_{peak} (fp) = (18 + \sqrt{P}) / (4 + \sqrt{P}) \quad (2.5)$$

$$Q_{peak} = fp \times Q_{ave} \quad (2.6)$$

Dimana:

F_p = factor puncak

P = Jumlah penduduk/1000

Q_{peak} = Debit puncak

Q_{ave} = Q rata-rata

- Debit air limbah total (Q_{tot})
$$Q_{tot} = Q_{inf} + Q_{peak} \quad (2.7)$$

Di mana:

Q_{tot} = debit air limbah total (L/det)

Q_{inf} = debit infiltrasi (L/det)
 Q_{peak} = debit air limbah puncak (L/det)

3.3 Sistem Penyaluran Air Limbah

3.3.1 Sistem Pengumpulan

Berdasarkan sistem pengumpulannya, sistem penyaluran air limbah di bagi menjadi tiga (3), yaitu:

1. Sistem Terpisah

Merupakan suatu sistem di mana dilakukan pemisahan dalam menyalurkan air limbah dan air hujan, yaitu dengan mengalirkannya ke dalam 2 saluran yang berbeda. Air hujan dapat disalurkan melalui saluran terbuka menuju ke badan air penerima (sungai), sedangkan air limbah dapat disalurkan melalui saluran tertutup menuju ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Sistem ini banyak digunakan pada daerah yang mempunyai *range* curah hujan tinggi.

Keuntungan sistem ini adalah :

- Unit pengolahan air limbah relatif kecil.
- Dimensi saluran tidak begitu besar.

Kerugian sistem ini adalah :

- Harus dibuat dua saluran yang berbeda, yaitu untuk air limbah dan air hujan
- Membutuhkan dana yang relatif besar

2. Sistem Tercampur

Merupakan suatu sistem di mana air limbah dan air hujan disalurkan dalam satu saluran yang sama dan harus merupakan saluran tertutup. Sistem ini dapat diterapkan pada daerah yang memiliki frekuensi curah hujan rendah. Merupakan sistem jaringan penyaluran air limbah di mana air hujan dan air limbah langsung dijadikan satu, baik pada musim kemarau atau musim hujan.

Keuntungan sistem ini adalah :

- Hanya memerlukan satu saluran penyaluran air limbah.
- Terjadi pengenceran konsentrasi air limbah oleh air hujan yang akan mempermudah proses pengolahan pada IPAL.

- Kerugian sistem ini adalah :
- Memerlukan unit pengolahan air limbah yang relatif besar, karena terjadi penggabungan antara air limbah dengan air hujan.
- Dimensi pipa yang diperlukan untuk penyaluran air limbah akan relatif besar.

3. Sistem *Interceptor*

Merupakan suatu sistem di mana penggabungan antara air limbah dengan air hujan hanya dilakukan pada saat musim kemarau saja, sedangkan pada saat musim hujan penyaluran melalui saluran *intercept*.

Keuntungan sistem ini adalah :

- Beban instalasi pengolahan tidak terlalu besar.
- Air hujan difungsikan sebagai air penggelontor bagi air limbah pada saat awal musim hujan.
- Kerugian sistem ini adalah :
- Memerlukan konstruksi yang lebih rumit.

3.3.2 Sarana Pengumpulan

Berdasarkan sarana yang diperlukan, sistem penyaluran air limbah dibagi menjadi:

1. Sistem *onsite*

Merupakan suatu sistem penyaluran air limbah yang tidak mempergunakan jaringan terpusat dalam pengoperasian dan pemeliharaan. Dengan kata lain, air limbah yang dihasilkan diolah dekat dengan sumber air limbah tersebut. Contoh penerapan sistem ini adalah pada septic tank dan sumur resapan.

2. Sistem *offsite*

Merupakan sistem penyaluran air limbah yang memerlukan pengorganisasian dan pengolahan yang terpusat, di mana semua air limbah yang dihasilkan disalurkan ke suatu tempat dan diolah secara kolektif. Sistem ini merupakan alternatif lain bila sistem onsite tidak dapat diterapkan karena terbatasnya lahan dan tidak memadainya kondisi lahan (tanah) sebagai akibat tingginya tingkat kepadatan penduduk.

3.3.3 Jenis Saluran Air Limbah

Menurut Metcalf dan Eddy, 1981, tipe-tipe saluran air buangan adalah sebagai berikut:

1. Saluran Rumah atau Gedung (Building Sewer).
Saluran ini terhubung ke sistem perpipaan air buangan di rumah atau gedung tersebut, dan digunakan untuk menyalurkan air buangan dari rumah atau gedung ke saluran lateral.
2. Saluran Lateral (Lateral Sewer).
Merupakan elemen pertama dari sistem penyaluran air buangan, biasanya terletak di jalan. Saluran ini digunakan untuk mengumpulkan air buangan dari satu atau lebih building sewer dan menyalurkannya ke saluran utama.
3. Saluran Utama (Main Sewer).
Merupakan saluran yang digunakan untuk menyalurkan air buangan dari saluran lateral ke saluran trunk atau ke saluran intersep.
4. Saluran Trunk (Trunk Sewer).
Merupakan saluran yang ukurannya lebih besar daripada saluran utama, digunakan untuk menyalurkan air buangan dari saluran utama ke saluran intersep yang besar.
5. Saluran Intersep.
Merupakan saluran yang paling besar dibanding empat saluran yang lainnya, dan digunakan untuk menangkap air buangan dari banyak saluran utama ataupun saluran trunk dan menyalurkannya ke unit pengolahan.

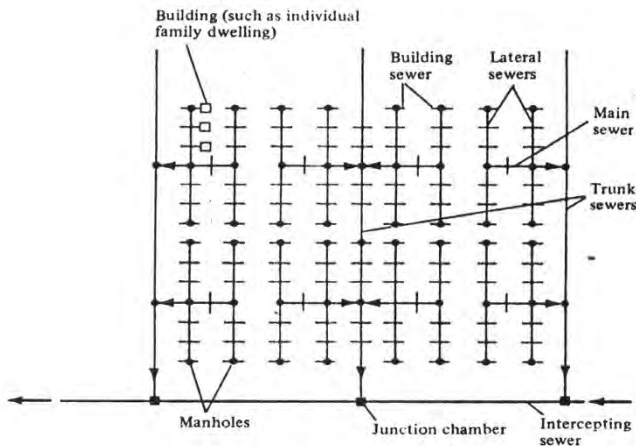


Figure 4-1 Definition sketch for various types of sewers in a typical collection system (See Table 4-2 for descriptions of sewers).

Gambar 3.2 Sketsa Berbagai Macam Tipe-Tipe Saluran Air Buangan

3.3.4 Kecepatan Aliran

Kecepatan pengaliran dalam sistem penyaluran air limbah harus berada dalam batasan – batasan kecepatan tertentu, sebagai berikut :

1. Kecepatan Minimum

Kecepatan minimum yang biasa digunakan dalam perencanaan penyaluran air limbah adalah 0,5 m/dt. Disamping itu juga terdapat kecepatan minimum menurut kebutuhannya, misalnya:

- Untuk mencegah terjadinya endapan organik maka digunakan kecepatan minimum 0,3 m/dt.
- Untuk mencegah pengendapan partikel mineral seperti pasir dan kerikil digunakan kecepatan minimum 0,75 m/dt.
- Untuk saluran air limbah yang tertekan dimana pembersihan adalah sulit dilaksanakan digunakan kecepatan minimum yang digunakan adalah 1,0 m/dt. Salah satu contoh saluran air limbah yang tertekan adalah *Inverted Syphon*.

•

2. Kecepatan Maksimum

Kecepatan ini didasarkan pada kemampuan saluran terhadap adanya kemungkinan gerusan-gerusan yang terjadi oleh aliran yang mengandung partikel kasar. Agar tidak terjadi penggerusan, maka kecepatan maksimum yang diperbolehkan adalah sekitar 2,5 - 3,0 m/dt. Meskipun harus diingat pula bahwa penggerusan bisa disebabkan karena proses alam.

3.3.5 Kedalaman Aliran Dalam Saluran

Kedalaman air (tinggi renang) minimum saluran adalah 50 mm pada saat Q_{min} . Tinggi renang minimum 50 mm merupakan hasil dari penelitian yang memperhitungkan bahwa pada kedalaman tersebut bahan limbah padat terendam seluruhnya sehingga dalam jarak beberapa meter semuanya dapat hancur dengan segera.

3.3.6 Kemiringan Saluran Penanaman Pipa

Untuk kondisi medan yang relatif datar, dibutuhkan penanaman jaringan pipa dengan kemiringan minimal yang dapat memberikan kecepatan pengaliran dengan daya pembilasan sendiri dengan nilai kekasaran Manning, $n = 0,013$ dan $n = 0,015$. Berikut ini diberikan tabel 2.3 Slope minimum berdasarkan diameter pipa.

Tabel 3.4 Slope Minimum Berdasarkan Diameter Pipa

| Diameter Pipa (mm) | Diameter Pipa (inch) | $n = 0,013$ | $n = 0,015$ |
|-----------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| 200 | 8 | 0,0033 | 0,0044 |
| 250 | 10 | 0,0025 | 0,0033 |
| 300 | 12 | 0,0019 | 0,0026 |
| 375 | 15 | 0,0014 | 0,0019 |
| 450 | 18 | 0,0011 | 0,0015 |
| 525 | 21 | 0,0009 | 0,0012 |
| 600 | 24 | 0,0008 | 0,0010 |
| 675 | 27 | 0,0007 | 0,0009 |
| 750 | 30 | 0,0006 | 0,0008 |

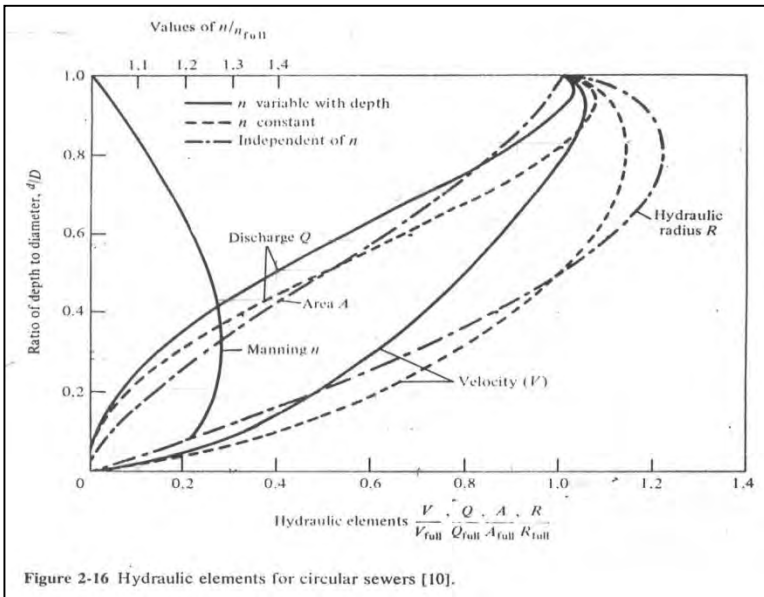
| Diameter Pipa (mm) | Diameter Pipa (inch) | n = 0,013 | n = 0,015 |
|-----------------------|-------------------------|-----------|-----------|
| 900 | 36 | 0,0004 | 0,0006 |

(Sumber : Metcalf and Eddy, 1981)

3.3.7 Perhitungan Dimensi Pipa

Perhitungan dimensi sistem penyaluran air limbah didasarkan pada kebutuhan sampai pada akhir periode desain yang direncanakan. Batasan-batasan yang dijadikan pedoman dalam merencanakan diameter saluran air limbah:

- V_{MAKS} dalam pipa tidak melebihi 2,5 m/dt.
- V_{MIN} dalam pipa tidak kurang dari 0,3 m/dt (pada saat debit minimum).
- Tinggi renang minimum 50 mm (pada saat Q_{MIN}).
- Tinggi renang pada saat Q_{MAKS} antara 60% sampai 80% dari diameter pipa.
- Nilai d/D ditentukan berdasarkan pada grafik perbandingan Q_{MIN}/Q_{FULL} atau juga dapat digunakan nilai d/D antara 0,6-0,8



Gambar 3.3 Hydraulics Elements for Circular Sewers

Perhitungan ini berdasarkan pada rumus *Manning*

$$Q = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \cdot A \quad (2.8)$$

Persamaan yang akan digunakan antara lain:

Persamaan Debit Penuh:

$$Q_f = \frac{Q_{total}}{Q_{total}/Q_f} \quad (2.9)$$

Persamaan *Slope* medan:

$$S = \frac{\Delta H}{L} \quad (2.10)$$

Persamaan Luas penampang:

$$A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \quad (2.11)$$

Persamaan perhitungan diameter pipa:

$$D = 1,548 \times \left[\frac{n Q f}{S^{0,5}} \right]^{0,375} \quad (2.12)$$

Persamaan mengecek debit pipa penuh:

$$Q_{full \text{ cek}} = 0.3117 \times D^{2,667} \times \sqrt{S} \times 1/n \quad (2.13)$$

Persamaan mengecek kecepatan aliran pipa penuh

$$V_{full \text{ cek}} = Q_{full}/A_{full} \quad (2.14)$$

3.4 Teknologi Pengolahan Air Limbah Domestik Secara Komunal

Sistem komunal adalah sebuah sistem yang digunakan secara bersama-sama oleh sekelompok keluarga. Penggunaan sistem komunal bisa dilakukan untuk kawasan permukiman, perkantoran, gedung bertingkat, fasilitas pemerintahan, dll. Sistem ini perlu sebuah kelembagaan untuk keberlangsungan secara jangka panjang. Untuk sistem komunal dalam skala kecil seperti perkampungan dan perumahan perlu dibentuk suatu KSM (Kelompok Swadaya Masyarakat) untuk mengelola fasilitas pengolahan air limbah (MPSS Surabaya 2011).

Berikut ini beberapa teknologi yang dapat digunakan untuk pengolahan biologis air limbah domestik secara komunal:

1. Tangki Septik

Tangki Septik adalah bak kedap air yang terbuat dari beton, fibreglass, PVC atau plastik, untuk penampungan dan pengolahan black water dan grey water. Merupakan tangki pengendapan dan proses anaerobik untuk mengurangi padatan dan material organik.

2. *Anaerobic Bafled Reactor* (ABR)

Anaerobic Bafled Reactor adalah teknologi tangki septik yang lebih maju. Deretan dinding penyekatnya memaksa air limbah mengalir melewatinya. Pengolahan jadi lebih baik karena adanya peningkatan waktu kontak dengan biomassa aktif.

3. *Anaerobic Biogas Reactor*

Anaerobic Biogas Reactor adalah teknologi pengolahan anaerobik yang menghasilkan lumpur tercerna yang

dipakai untuk perbaikan tanah, dan biogas yang dipakai untuk energi. Biogas adalah campuran metana, karbon dioksida dan gas ikutan lainnya, yang dengan mudah dapat diubah menjadi energi listrik, penerangan dan panas.

4. Filter Anaerobik

Filter Anaerobik berupa sebuah tangki septik yang diisi satu atau lebih kompartemen (ruang) yang dipasang filter. Filter ini terbuat dari bahan alami seperti kerikil, sisa arang, bambu, batok kelapa atau plastik yang dibentuk khusus. Bakteri aktif ditambahkan untuk memicu proses. Bakteri aktif ini bisa didapat dari lumpur tinja tangki septik dan disemprotkan pada materi filter. Aliran air limbah yang masuk (influent) akan mengalir filter, kemudian materi organik akan diuraikan oleh biomassa yang menempel pada materi filter tersebut.

5. UASB

Reaktor UASB adalah sebuah tangki proses tunggal, di mana air limbah masuk ke reaktor dari dasar dan mengalir ke atas. Saringan *sludge blanket* tersuspensi mengolah air limbah yang mengalir melewatinya.

6. *Rotating Biological Contactor*

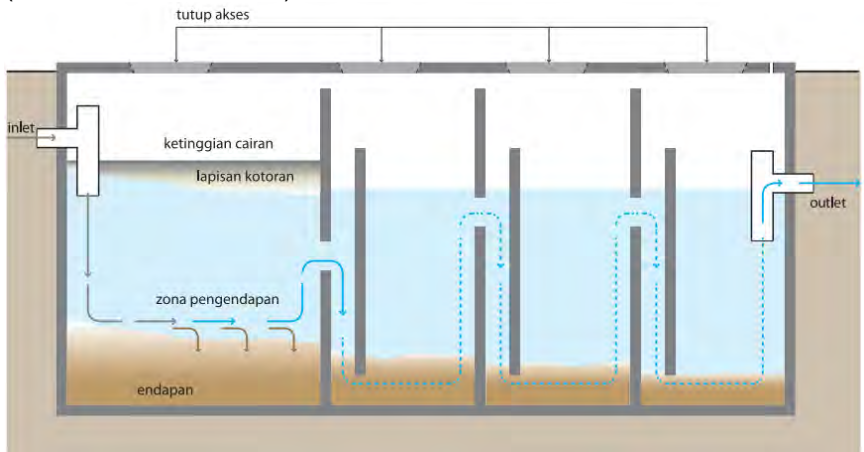
Rotating Biological Contactor (RBC) adalah sebuah serial piringan lingkaran yang diputar secara perlahan pada ruangan yang dialiri air limbah, sehingga piringan tenggelam setengah bagian. Piringan dapat dibuat dari bahan *polystyrene* atau *polyvinyl chloride* atau *polypropylene* (TTPS, 2010).

3.5 Anaerobic Baffle Reactor (ABR)

3.5.1 Gambaran Umum

ABR adalah reaktor yang didesain menggunakan baffle berseri untuk membuat air limbah yang mengandung polutan organik yang mengalir kebawah dan keatas (atau melalui) baffle seperti air limbah mengalir dari inlet menuju outlet (McCarty & Bachmann, 1992). Keuntungan paling signifikan dari ABR adalah kemampuannya untuk memisahkan *acidogenesis* dan *methanogenesis* secara longitudinal ke bagian bawah reaktor, yang memungkinkan reaktor tersebut berperilaku seperti dua fase

sistem tanpa masalah kontrol yang berkaitan dan biaya yang tinggi (Weiland & Rozzi, 1991).



Gambar 3.4 Anaerobic Baffle Reactor (ABR)

(Sumber: Sasse, 1998)

3.5.2 Kriteria Design

ABR cocok digunakan untuk mengolah berbagai jenis limbah dengan konsentrasi BOD > 150 mg/l. Kriteria design untuk ABR menurut Sasse (1998); Gutierrez, et al. (2009) yaitu:

- Kecepatan upflow : < 2,0 m/jam
- Beban organik : < 3,0 kg COD/m³.hari
- Hydraulic retention time : > 8 jam

Sedangkan Metcalf & Eddy (2014) mengungkapkan dalam bukunya, kriteria design untuk ABR meliputi:

- Konsentrasi Volatile Solid : 2 - 10 %
- Hydraulic retention time : 6 - 24 jam
- Solid retention time : > 30 hari
- Beban organik : 5 - 10 kg COD/m³.hari

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 4

METODE PERENCANAAN

4.1 Ide Perencanaan

Ide perencanaan berasal dari masalah serta kondisi existing yang ada dari suatu objek. Pada tugas akhir ini ide dari perencanaan adalah **“Perencanaan Pengelolaan Air Limbah Domestik Secara Komunal di Kelurahan Kapasari Kecamatan Genteng Surabaya”**. Ide tersebut muncul dilatarbelakangi oleh adanya pencemaran Kali Surabaya yang dimana air limbah domestik menyumbang 60% pencemaran (Fatnasari, 2010). Selain itu juga kondisi existing di Kelurahan Kapasari sebanyak 384 rumah masih melakukan praktik BABS. Dengan adanya perencanaan ini, diharapkan dapat mengurangi permasalahan kualitas air sungai dan mendorong warga untuk hidup sehat.

4.2 Kerangka Perencanaan

Kerangka perencanaan digunakan untuk memudahkan dalam berpikir dan melakukan perencanaan sesuai dengan tahapan yang telah dibuat. Dalam kerangka perencanaan terdapat beberapa tahapan perencanaan diantaranya:

4.2.1 Identifikasi Masalah

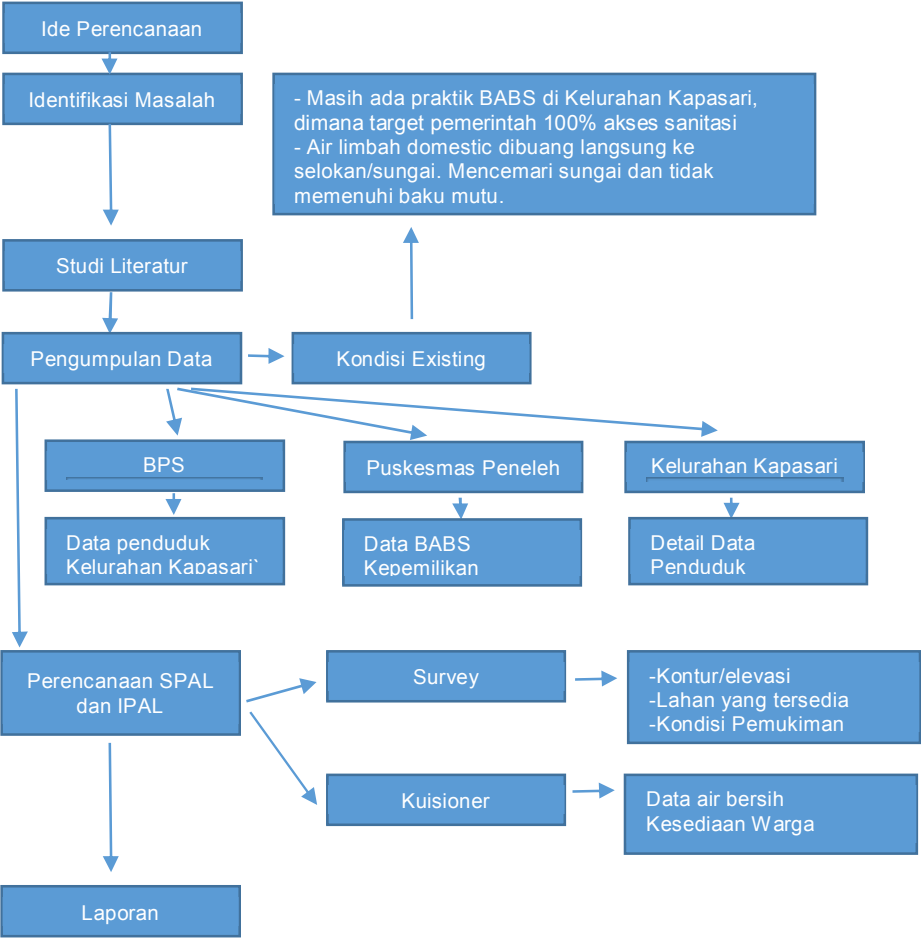
Sebelum melakukan perencanaan, perlu dirumuskan terlebih dahulu masalah yang menjadi latar belakang perencanaan. Permasalahan tersebut nantinya akan dijawab dengan solusi yang tepat dan sesuai yang dirumuskan dalam tujuan perencanaan. Adapun rumusan masalah dalam perencanaan ini adalah:

1. Bagaimana rencana sistem penyaluran air limbah domestik di Kelurahan Kapasari?
2. Bagaimana pengolahan yang tepat untuk air limbah domestik di Kelurahan Kapasari?
3. Berapa biaya yang dibutuhkan untuk membangun suatu fasilitas penyaluran dan pengolahan air limbah di Kelurahan Kapasari?

4.2.2 Studi Literatur

Studi literatur merupakan teori yang digunakan dan menjadi dasar yang mendukung dalam perencanaan ini. Sumber

yang digunakan dalam studi literatur dapat diperoleh melalui buku, jurnal, makalah seminar, skripsi, tesis, dan sumber-sumber lain yang dapat dipertanggung jawabkan isinya. Dalam perencanaan ini, literatur yang dikaji meliputi pengetahuan dasar tentang air limbah, perencanaan sistem penyaluran, perencanaan instalasi, serta standar baku mutu untuk mengevaluasi pengelolaan air limbah.



Gambar 4.1 Metode Perencanaan

4.2.3 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam perencanaan ini mencakup data primer dan data sekunder. Adapun data primer yang dibutuhkan dalam perencanaan ini adalah:

1. Debit air limbah domestik dari pemakaian air bersih
Data ini diperoleh dengan melakukan random sampling terhadap masyarakat setempat dengan menggunakan kuisioner. Kuisioner disebar kerumah tangga biasa, dimana tidak memiliki usaha komersil. Data yang didapatkan merupakan data nomor rekening air dan perkiraan debit air yang dipakai setiap bulannya. Data rekening air kemudian dikonversikan dalam jumlah debit melalui website PDAM <http://info.pdam-sby.go.id/aplikasi/rekening/index.php>. Dari data penggunaan air bersih total perumah kemudian dicari data penggunaan air perorangnya dan di konversikan menjadi debit limbah domestik yang dihasilkan.
2. Kepemilikan fasilitas sanitasi
Data ini diperoleh dengan melakukan random sampling terhadap masyarakat setempat dengan menggunakan kuisioner. Data ini mencakup kepemilikan jamban, tanki septik, dll.
3. Topografi lahan
Data ini diperoleh menggunakan pengukuran alat. Alat yang digunakan untuk mengukur adalah GPS untuk mengetahui elevasi lahan untu pengaliran serta untuk mengetahui kondisi lahan rencana dibuatnya IPAL. Selain itu data ini juga dikalibrasikan menggunakan aplikasi Google Earth dan/atau ArcGis.

Sedangkan data sekunder yang dibutuhkan dalam perencanaan ini adalah:

1. Data dan informasi demografi
Merupakan data kependudukan dan informasi umum mengenai Kelurahan Kapasari. Data ini mencakup jumlah penduduk, jumlah KK, luas wilayah, pembagian wilayah, persebaran penduduk di Kelurahan Kapasari. Data ini diperoleh melalui Badan Pusat Statistik (BPS) Surabaya,

Kantor Kelurahan Kapasari, serta dari pengurus RW di Kelurahan Kapasari.

2. Kualitas air limbah domestik
Kualitas air limbah domestik berupa data kualitas air limbah domestik berupa konsentrasi COD, BOD, TSS, serta pH. Data ini diambil dari penelitian sebelumnya. Data yang digunakan adalah data tipikal kualitas air limbah domestik di Kota Surabaya.
3. Data dan informasi sanitasi
Data mengenai kondisi existing sanitasi dan kesehatan masyarakat. Data ini mencakup data kepemilikan fasilitas sanitasi serta data buang air besar sembarangan. Data ini didapatkan dari Dinas Kesehatan Kota Surabaya dan/atau Puskesmas Peneleh Surabaya.
4. Peta administratif dan peta topografi
Data ini didapat dari instansi Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang Kota Surabaya dan/atau dari BAPPEKO Surabaya.

4.2.4 Perencanaan SPAL dan IPAL

Perencanaan didasarkan pada data yang telah diperoleh dari lapangan maupun dari instansi terkait. Sebelum dilakukan perencanaan dilakukan analisis dan olah data terlebih dahulu. Output dari perencanaan ini adalah Detail Engineering Design (DED) untuk Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik beserta sistem penyalurannya. Selain DED, output lain yang diharapkan adalah estimasi biaya yang dikeluarkan untuk tahap perencanaan serta SOP untuk operasional dan perawatan. Adapun langkah-langkah perencanaan yang digunakan untuk sistem penyaluran air limbah adalah sebagai berikut:

1. Membagi jumlah kawasan perencanaan, dimana satu kawasan satu memiliki satu sistem SPAL
 - Pembagian kawasan didasarkan pada jumlah penduduk, kepadatan penduduk, dan letak geografis rumah yang berdekatan
 - Jumlah pelayan untuk masing-masing fasilitas pengolahan bervariasi antara 100KK hingga 200KK
 - Pembagian wilayah diusahakan mengikuti batas administratif, dimana tidak ada lintas RW

- Dalam satu kelurahan setidaknya dibuat tiga sistem SPAL beserta IPAL
- 2. Memproyeksikan penduduk sesuai dengan periode perencanaan
 - Kemungkinan penambahan penduduk dalam perencanaan ini sangat kecil, karena lokasi berada di pusat kota
 - Periode perencanaan dalam perencanaan ini adalah selama 10 tahun
- 3. Menghitung estimasi debit air limbah domestik yang dihasilkan berdasarkan penggunaan air bersih dan jumlah penduduk
 - Debit air bersih didapatkan dari hasil kuisioner
- 4. Menghitung debit minimum dan debit puncak air limbah serta debit infiltrasi
 - Mengacu pada literatur yang ada
- 5. Melakukan seleksi persamaan hidrolika, alternatif bahan perpipaan, kecepatan maksimum dan minimum, serta kemiringan
 - Mengacu pada literatur yang ada
- 6. Menggambarkan layout pipa beserta lokasi manhole
 - Secara keseluruhan perencanaan pipa hanya sampai pipa sekunder
 - Dipilih satu wilayah yang didetailkan hingga sampai *house inlet*
- 7. Membagi pembebanan pipa pada daerah perencanaan
 - Membagi pembebanan pipa sesuai wilayah dengan memperhatikan lokasi penanaman pipa
- 8. Menghitung diameter pipa
 - Menggunakan persamaan, mengacu pada literatur yang ada
- 9. Menghitung kedalaman penanaman pipa
 - Menggunakan persamaan, mengacu pada literatur yang ada
- 10. Melakukan evaluasi profil hidrolis
- 11. Menghitung BOQ dan RAB

Sedangkan langkah perencanaan instalasi pengolahan air limbah domestik adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan karakteristik kualitas air limbah domestik tipikal
2. Menggunakan hasil perhitungan debit air limbah pada perhitungan SPAL untuk masing-masing kawasan
 - Satu sistem SPAL akan terhubung dengan satu buah IPAL
3. Penetapan baku mutu effluen sesuai dengan regulasi
 - Mengacu pada Pergub Jatim no 72 tahun 2013
 - Untuk mengetahui apakah efisiensi pengolahan mampu memenuhi regulasi yang ada
4. Menetapkan periode desain
 - Periode desain perencanaan ini adalah selama 10 tahun
 - Setelah 10 tahun akan dilakukan pengurusan
5. Menggambarkan diagram alir proses
6. Menetapkan kriteria perencanaan
7. Menghitung *preliminary design*
8. Menghitung kesetimbangan massa
9. Memilih lokasi dan menggambarkan tata letak bangunan
10. Melakukan perhitungan detail pada unit pengolahan
11. Melakukan evaluasi profil hidrolis.
12. Menghitung BOQ dan RAB

4.2.5 Pembuatan Laporan

Merupakan hasil dari perencanaan sesuai dengan studi literatur dan data yang diperoleh. Laporan ini membahas lengkap dari awal hingga akhir perencanaan.

4.2.6 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran didapatkan melalui hasil analisis perencanaan yang telah dilakukan.

BAB 5 HASIL DAN ANALISA

5.1 Kuesioner

Penyebaran kuesioner dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan data dan fakta di wilayah perencanaan. Tujuan utama yang ingin diketahui adalah penggunaan air bersih pada rumah tangga. Selain itu juga didapat data mengenai pengetahuan, pengalaman, dan perilaku responden. Teknik pengambilan sampel pada kuesioner ini menggunakan teknik *simple random sampling*, di mana jumlah responden sebanyak 98 KK. Jumlah responden dihitung menggunakan rumus slovin. Pengumpulan informasi menggunakan teknik survei dengan daftar pertanyaan yang telah disiapkan sebelumnya. Daftar pertanyaan yang diajukan dapat dilihat pada **Lampiran**.

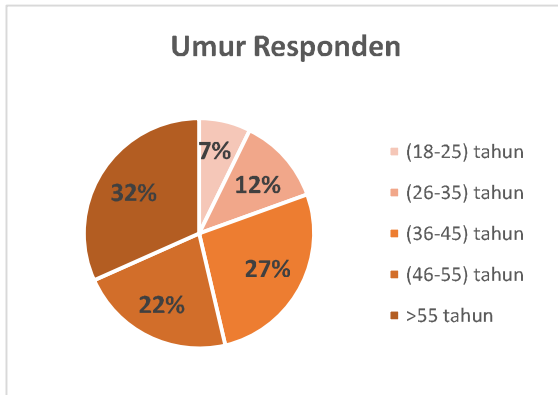
Penentuan jumlah responden pada kuesioner:

$$\begin{aligned} n &= \frac{N}{1 + Ne^2} \\ \text{Dengan jumlah } N &= 4070 \text{ KK} \\ \text{Nilai toleransi (e)} &= 10\% \\ \text{Maka didapat nilai } n &= 98 \text{ KK} \end{aligned}$$

Responden dipilih secara acak di Kelurahan Kapasari. Hasil dari kuesioner ini akan dibagi menurut pertanyaan-pertanyaan yang diajukan. Aspek yang dilihat adalah identitas, pengetahuan, dan perilaku responden.

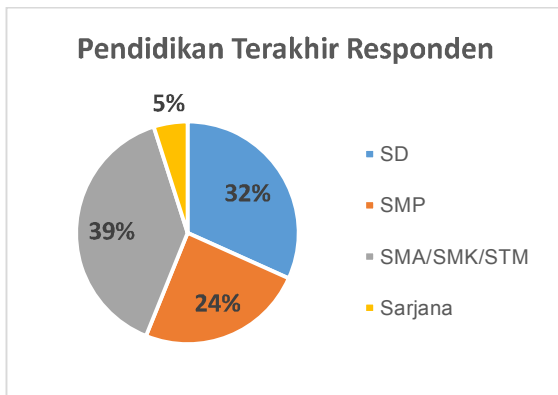
5.1.1 Identitas

Identitas responden mencakup informasi dasar tentang responden seperti usia dan penghasilan responden.



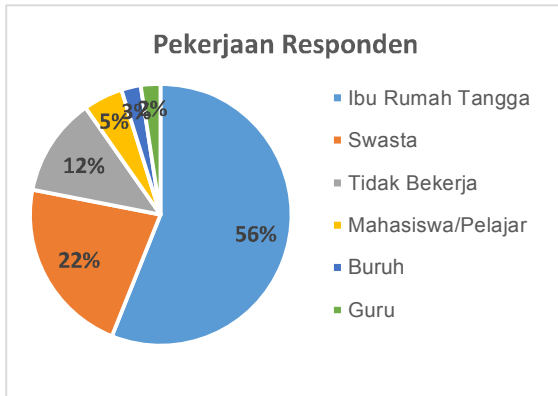
Gambar 5.1 Persentase Umur Responden

Pada gambar Gambar 5.1 dapat dilihat bahwa responden berasal dari berbagai kalangan umur. Jumlah responden yang paling banyak adalah >55 tahun.

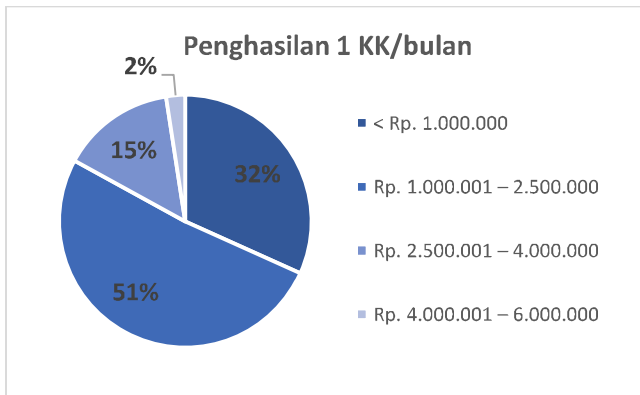


Gambar 5.2 Persentase Pendidikan Terakhir Responden

Pada gambar Gambar 5.2 dapat dilihat bahwa responden memiliki tingkat pendidikan yang variatif mulai dari SD hingga Sarjana. Tingkat pendidikan ini berpengaruh terhadap pengetahuan responden, tentang sanitasi dimana masyarakat yang berpendidikan rendah tidak mengetahui tentang apa itu sanitasi.



Gambar 5.3 Persentase Pekerjaan Responden

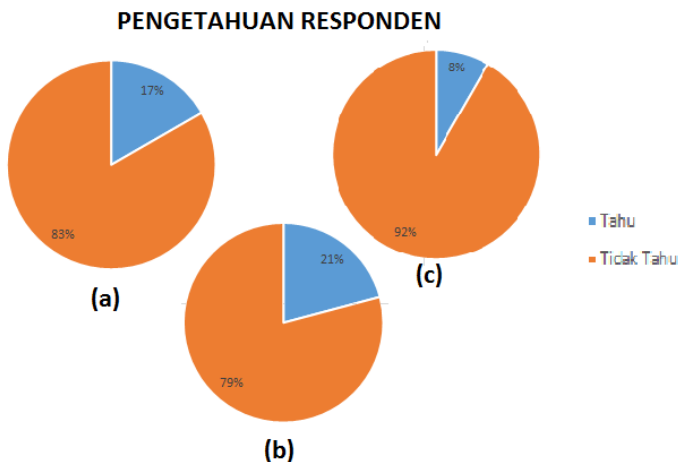


Gambar 5.4 Persentase Penghasilan Responden

Pada gambar Gambar 5.3 dan Gambar 5.4 dapat dilihat jenis pekerjaan dan tingkat penghasilan responden. Umumnya responden bekerja sebagai buruh dengan penghasilan yang dibawah Rp. 2.500.000/bulan. Hal ini akan berpengaruh pada kesedian orang untuk membayar iuran untuk perawatan sistem.

5.1.2 Pengetahuan

Pengetahuan responden mengenai topik air limbah dan pengelolaannya secara komunal. Pada kuesioner ini hanya digunakan 2 skala yaitu tahu dan tidak tahu. Pertanyaan yang diberikan mengenai sanitasi dan pengolahan air limbah secara komunal.

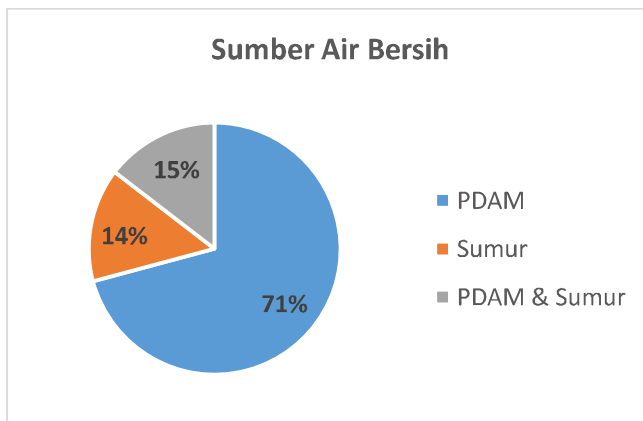


Gambar 5.5 Pengetahuan Responden
(a) Sanitasi (b) Dampak Membuang Limbah ke Sungai (c)
Pengolahan Limbah Secara Komunal

Secara umum jika dilihat pada Gambar 2.1 Gambar 5.5 responden memiliki pengetahuan yang rendah tentang sanitasi. Responden sebanyak 83% tidak tahu tentang apa itu sanitasi. Hal ini berbanding lurus ketika ditanyakan mengenai dampak membuang limbah secara langsung ke sungai/selokan sebanyak 79% responden menjawab tidak tahu. Responden juga belum pernah mendengar pengolahan limbah secara komunal. Hal ini terjadi karena kurangnya penyuluhan kepada masyarakat. dimana hanya sekitar 7% responden yang pernah mendapatkan penyuluhan tentang sanitasi.

5.1.3 Perilaku

Pada aspek ini akan melihat pada kondisi/keadaan responden serta kesediaan responden. Aspek pertama yang dilihat adalah sumber air dan penggunaan air. Sumber air bersih merupakan salah satu syarat terciptanya perilaku sehat masyarakat. Air bersih yang dikonsumsi untuk mencukupi kebutuhan sehari-hari biasa digunakan untuk keperluan cuci dapur, cuci baju, mandi, buang air kecil/besar, dan air minum. Dari 98 KK yang di survei sebanyak 71% menggunakan air bersih yang berasal dari PDAM, 15% menggunakan air PDAM dan air sumur secara bersamaan, dan sisanya menggunakan air sumur.

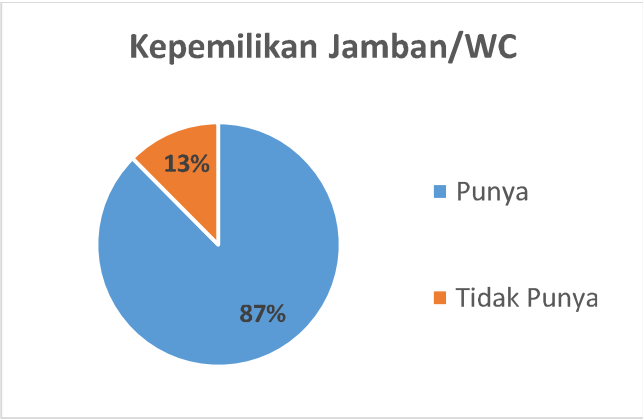


Gambar 5.6 Sumber Air Bersih

Pada saat survei juga ditanyakan nomor rekening PDAM untuk mengetahui jumlah penggunaan air tiap bulannya. Responden yang tidak menggunakan sumber air dari PDAM ditanyakan berapa ember/bak mandi jumlah air yang biasa mereka pakai setiap harinya. Dari hasil survey didapatkan jumlah penggunaan air yang variatif antara 100 L/orang.hari hingga 350 L/orang.hari. Setelah dilakukan perhitungan didapatkan rata-rata penggunaan air adalah sebesar 170,2 L/orang.hari.

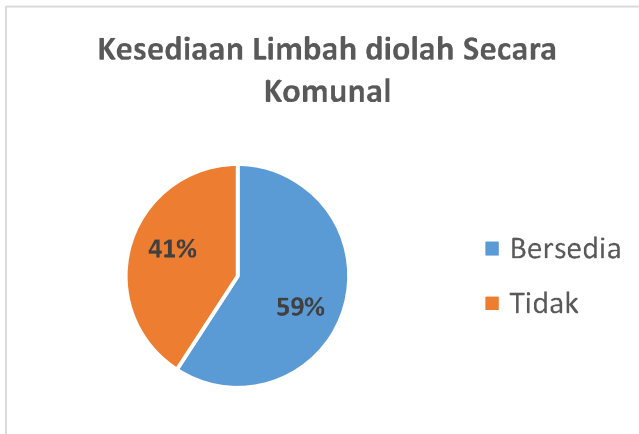
Aspek selanjutnya adalah kepemilikan jamban/WC. Responden pada umumnya sudah memiliki jamban pada rumahnya. Dari hasil survei didapatkan sebanyak 87%(89 KK)

responden sudah memiliki jamban. Dari 89 KK ini 86% diantaranya sudah memiliki tanki septik dan sisanya 14% membuang langsung limbahnya ke selokan/sungai. Responden yang tidak memiliki jamban, umumnya menggunakan fasilitas WC umum saat buang air besar. Namun sayangnya fasilitas WC umum ini membuang limbahnya langsung ke sungai.



Gambar 5.7 Kepemilikan Jamban

Aspek selanjutnya adalah kesediaan warga untuk diolah limbahnya secara komunal. Sebanyak 59% responden menyatakan bersedia sedangkan sisanya merasa sudah nyaman dengan yang mereka lakukan saat ini.



Gambar 5.8 Kesediaan Warga untuk Limbah Diolah Komunal

Aspek terakhir yang ditanyakan adalah kesediaan warga untuk membayar iuran untuk merawat fasilitas SPAL dan IPAL. Mayoritas masih belum setuju untuk mengeluarkan uang untuk biaya iuran perawatan. Sebanyak 59% responden menolak untuk membayar iuran.

Kuisisioner ini menunjukkan bahwa warga masih kurang pemahaman mengenai sanitasi. Agar diterima oleh warga perlu dilakukan penyuluhan secara khusus.

5.2 Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah

5.2.1 Penduduk

Penduduk adalah subjek utama dalam pelayanan sistem penyaluran air limbah. Dalam perencanaan sistem penyaluran air limbah umumnya diperlukan proyeksi penduduk untuk menghitung kapasitas desain yang diperlukan hingga tahun terakhir periode desain. Pada perencanaan ini digunakan periode desain selama 20 tahun namun tidak dilakukan proyeksi penduduk. Hal ini dilakukan karena Kelurahan Kapasari memiliki kepadatan penduduk yang sangat tinggi yaitu sebesar 368 jiwa/ha (Kelurahan Kapasari, 2016). Padatnya rumah dan jumlah lahan kosong yang semakin sedikit membuat kecil kemungkinan penduduk akan bertambah. Perubahan jumlah penduduk lebih dipengaruhi oleh angka kematian dan kelahiran.

Berikut ini jumlah penduduk Kelurahan Kapasari dalam beberapa tahun terakhir dapat dilihat pada Tabel 5.1 dan untuk jumlah KK dalam setiap RW dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.1 Jumlah Penduduk Kelurahan Kapasari

| Tahun | Jumlah Penduduk (jiwa) |
|-------|------------------------|
| 2012 | 14173 ^a |
| 2013 | 20655 ^a |
| 2014 | 20788 ^a |
| 2015 | 20372 ^b |

Sumber: Kecamatan Genteng dalam Angka 2015(a) Kelurahan Kapasari(b)

Tabel 5.2 Jumlah KK pada Setiap RW di Kelurahan Kapasari

| RW | Jumlah KK |
|-------|-----------|
| I | 185 |
| II | 428 |
| III | 209 |
| IV | 764 |
| V | 738 |
| VI | 131 |
| VII | 267 |
| VIII | 190 |
| IX | 528 |
| X | 346 |
| XII | 284 |
| Total | 4070 |

Sumber: Ketua Setiap RW di Kelurahan Kapasari

Pada perencanaan ini akan berfokus pada RW IV dan RW V Kelurahan Kapasari. Pada kedua RW ini masih terdapat masyarakat yang melakukan praktek buang air besar sembarangan. Berikut ini jumlah penduduk RW IV dan RW V Kelurahan Kapasari dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan Tabel 5.4.

Tabel 5.3 Jumlah KK RW IV dan Status BABS

| RW | RT | Jumlah KK | BABS (KK) |
|-------|----|-----------|-----------|
| IV | 1 | 72 | 0 |
| | 3 | 64 | 0 |
| | 4 | 54 | 20 |
| | 5 | 67 | 20 |
| | 6 | 88 | 13 |
| | 7 | 117 | 25 |
| | 8 | 157 | 29 |
| | 9 | 62 | 17 |
| | 10 | 83 | 25 |
| Total | | 764 | 149 |

Tabel 5.4 Jumlah KK RW V dan Status BABS

| RW | RT | Jumlah KK | BABS (KK) |
|-------|----|-----------|-----------|
| V | 1 | 48 | 0 |
| | 2 | 32 | 0 |
| | 3 | 52 | 0 |
| | 4 | 75 | 0 |
| | 5 | 52 | 0 |
| | 6 | 60 | 0 |
| | 7 | 25 | 0 |
| | 8 | 30 | 10 |
| | 9 | 22 | 10 |
| | 10 | 36 | 0 |
| | 11 | 68 | 0 |
| | 12 | 78 | 20 |
| | 13 | 35 | 0 |
| | 14 | 125 | 0 |
| Total | | 738 | 40 |

Tidak semua wilayah RW IV dan RW V akan dilayani dengan sistem pengolahan air limbah. Hal ini dilakukan melihat kondisi daerah perencanaan dimana beberapa RT menempati lahan milik PT KAI sehingga sulit untuk dibangun suatu sistem perpipaan dibawahnya. Selain itu jumlah penduduk yang dilayani didasarkan pada jumlah rumah yang dilewati sistem perpipaan. Dimana menurut hasil survey dalam setiap rumah rata-rata dihuni oleh 5 orang. Daerah yang dilayani pada RW IV adalah RT 4, 5, dan 6 hal ini dikarenakan wilayah RT 7,8,9, dan 10 berada pada

tanah milik PT KAI. Total KK yang dilayani pada RW 4 sebanyak 138 rumah/138 KK. Pada RW 5 jumlah KK yang dilayani sebanyak 316 KK yang tersebar pada 8 RT.

5.2.2 Perhitungan Debit Air Limbah

Debit air limbah yang digunakan pada perencanaan ini berasal dari 80% penggunaan air bersih warga setempat. Angka 80% adalah asumsi efisiensi penggunaan air bersih di wilayah perencanaan. Sebelum menghitung debit air limbah, yang perlu diketahui adalah debit kebutuhan air bersih warga setempat. Debit air bersih didapatkan melalui survey langsung yaitu dengan mencatat nomor rekening PDAM warga. Pada website resmi PDAM Surabaya dapat dilihat jumlah penggunaan air bulanan setelah memasukkan nomor rekening. Adapun hasil perhitungan rata-rata pemakaian air warga adalah sebesar 170,2 L/orang.hari. Hal ini sesuai dengan pemakaian air kota metropolitan yang melebihi 150 L/orang.hari (Cipta Karya Dinas PU, 1996).

Debit air limbah rata-rata dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q_{ave} &= \text{Jml. pddk} \times \text{Debit air bersih} \times 80\% \\ &= 316 \text{ KK} \times 5 \text{ orang/KK} \times 170,2 \text{ L/orang.hari} \times 0,8 \\ &= 215.133 \text{ L/hari} \\ &= 215,13 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Dari debit rata-rata yang didapat, selanjutnya ditentukan debit puncak yang dihitung berdasarkan persamaan (2.5). Jumlah penduduk dalam perhitungan ini didasarkan pada blok pelayanan, sehingga faktor pada perencanaan ini bersifat variatif. Berikut ini contoh perhitungan pada blok area 1:

$$\begin{aligned} F_{peak} (fp) &= (18 + \sqrt{P}) / (4 + \sqrt{P}) \\ &= (18 + \sqrt{(35/1000)}) / (4 + \sqrt{(35/1000)}) \\ &= 4,3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{peak} &= Q_{ave} \times fp \\ &= 4,8 \text{ m}^3/\text{hari} \times 4,3 \\ &= 20,7 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Sementara untuk Q_{min} dapat digunakan persamaan pada (2.4) dimana:

$$\begin{aligned}
 Q_{\min} &= Q_{\text{ave}} \times \frac{0,2}{P^{1/6}} \\
 &= 20,7 \text{ m}^3/\text{hari} \times \frac{0,2}{(35/1000)^{1/6}} \\
 &= 2,08 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya adalah menghitung debit infiltrasi dan debit air limbah total. Pada perencanaan ini digunakan debit infiltrasi sebesar 14 m³/ha. Berikut ini contoh perhitungan pada blok area 1:

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{infiltrasi}} &= 14 \text{ m}^3/\text{ha} \times \text{luas wil} \\
 &= 14 \text{ m}^3/\text{ha} \times 0,098 \text{ ha} \\
 &= 1,37 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{total}} &= Q_{\text{peak}} + Q_{\text{infiltrasi}} \\
 &= 20,7 \text{ m}^3/\text{hari} + 1,37 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 22,07 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.5 Perhitungan Debit Air Limbah RW V

| Blok Area | Jumlah Rumah | Jumlah Penduduk (Jiwa) | Luas Wilayah (ha) | Q air bersih (m ³ /hr) | Q Limbah (m ³ /hr) | fp | Q peak (m ³ /hari) | Q min (m ³ /hari) | Q infiltrasi (m ³ /hr) | Q total (m ³ /hr) |
|-----------|--------------|------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-----|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 1 | 7 | 35 | 0,098 | 5,96 | 4,77 | 4,3 | 20,70 | 2,08 | 1,37 | 22,07 |
| 2 | 16 | 80 | 0,302 | 13,62 | 10,89 | 4,3 | 46,50 | 4,15 | 4,23 | 50,73 |
| 3 | 23 | 115 | 0,405 | 19,57 | 15,66 | 4,2 | 66,18 | 5,61 | 5,67 | 71,85 |
| 4 | 8 | 40 | 0,229 | 6,81 | 5,45 | 4,3 | 23,60 | 2,33 | 3,21 | 26,81 |
| 5 | 24 | 120 | 0,409 | 20,42 | 16,34 | 4,2 | 68,97 | 5,82 | 5,73 | 74,70 |
| 6 | 19 | 95 | 0,389 | 16,17 | 12,94 | 4,2 | 54,97 | 4,79 | 5,45 | 60,42 |
| 7 | 27 | 135 | 0,123 | 22,98 | 18,38 | 4,2 | 77,30 | 6,42 | 1,72 | 79,02 |
| 8 | 9 | 45 | 0,053 | 7,66 | 6,13 | 4,3 | 26,49 | 2,57 | 0,74 | 27,24 |
| 9 | 26 | 130 | 0,353 | 22,13 | 17,70 | 4,2 | 74,53 | 6,22 | 4,94 | 79,47 |
| 10 | 24 | 120 | 0,265 | 20,42 | 16,34 | 4,2 | 68,97 | 5,82 | 3,71 | 72,67 |
| 11 | 7 | 35 | 0,124 | 5,96 | 4,77 | 4,3 | 20,70 | 2,08 | 1,74 | 22,44 |
| 12 | 17 | 85 | 0,290 | 14,47 | 11,57 | 4,3 | 49,33 | 4,36 | 4,05 | 53,38 |
| 13 | 16 | 80 | 0,115 | 13,62 | 10,89 | 4,3 | 46,50 | 4,15 | 1,61 | 48,11 |
| 14 | 11 | 55 | 0,098 | 9,36 | 7,49 | 4,3 | 32,25 | 3,04 | 1,37 | 33,62 |
| 15 | 42 | 210 | 0,461 | 35,74 | 28,59 | 4,1 | 118,38 | 9,27 | 6,45 | 124,84 |
| 16 | 40 | 200 | 0,399 | 34,04 | 27,23 | 4,1 | 112,96 | 8,90 | 5,58 | 118,54 |
| Total | 316 | 1580 | 4,112 | 268,92 | 215,13 | | 908,34 | 77,60 | 57,56 | 965,90 |

Sumber: Hasil Perhitungan

Pada Tabel 5.5 dapat dilihat perhitungan untuk seluruh RW V. Debit rata-rata total pada RW V adalah sebesar 215,13 m³/hari dan Q total untuk seluruh RW V adalah sebesar 965,9 m³/hari.

5.2.3 Pembebanan Pipa

Air limbah yang berasal dari rumah tangga akan dialirkan menuju pipa sekunder dan pipa primer sebelum menuju IPAL. Beban pada tiap segmen pipa berbeda antara pipa yang dekat dengan sumber air limbah dan pipa yang dekat dengan instalasi pengolahan. Hal ini terjadi karena adanya masukan beban limbah pada perjalanan menuju instalasi. Jaringan pipa dapat dilihat pada LAMPIRAN 4.

Contoh perhitungan pembebanan pipa B-C. Pipa ini mendapatkan beban dari pipa sebelumnya yaitu pipa B1-B dan pipa B2-B.

$$\begin{aligned} Q_{ave} B-C &= Q_{ave} B1-B + Q_{ave} B2-B \\ &= 0,055 \text{ L/dt} + 0,126 \text{ L/dt} \\ &= 0,181 \text{ L/dt} \end{aligned}$$

Pada perhitungan Q_{min} dan Q_{peak} , debit yang dihitung berdasarkan jumlah debit pada pipa sebelumnya. Perhitungan tidak menggunakan jumlah penduduk blok 1 dan blok 2, sehingga tidak menghitung *factor peak* ataupun faktor minimum lagi.

$$\begin{aligned} Q_{min} B-C &= Q_{min} B1-B + Q_{min} B2-B \\ &= 0,019 \text{ L/dt} + 0,038 \text{ L/dt} \\ &= 0,058 \text{ L/dt} \\ Q_{peak} B-C &= Q_{peak} B1-B + Q_{peak} B2-B \\ &= 0,240 \text{ L/dt} + 0,538 \text{ L/dt} \\ &= 0,778 \text{ L/dt} \\ Q_{inf} B-C &= Q_{inf} B1-B + Q_{inf} B2-B \\ &= 0,016 \text{ L/dt} + 0,049 \text{ L/dt} \\ &= 0,065 \text{ L/dt} \\ Q_{total} B-C &= Q_{total} B1-B + Q_{total} B2-B \\ &= 0,236 \text{ L/dt} + 0,587 \text{ L/dt} \\ &= 0,824 \text{ L/dt} \end{aligned}$$

Perhitungan pembebanan secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Pembebanan Pipa pada RW V

| No | Pipa | Jenis Saluran | Blok | Q Ave l/s | Jumlah Penduduk | Luas ha | Q min l/s | Faktor Peak | Q peak m ³ /s | Q Infiltrasi l/s | Q Total l/s |
|----|------|------------------------|------|--------------|--------------------|--------------|--------------|----------------|-----------------------------|---------------------|----------------|
| 1 | B1-B | Sekunder | 1 | 0,055 | 35 | 0,098 | 0,019 | 4,0 | 0,221 | 0,016 | 0,236 |
| | | Total Pipa B1-B | | 0,055 | 35 | 0,098 | 0,019 | 4,1 | 0,240 | 0,016 | 0,236 |
| 2 | B2-B | Sekunder | 2 | 0,126 | 80 | 0,302 | 0,038 | 4,3 | 0,538 | 0,049 | 0,587 |
| | | Total Pipa B2-B | | 0,126 | 80 | 0,302 | 0,038 | 4,3 | 0,538 | 0,049 | 0,587 |
| 3 | B-C | Total Pipa B1-B | | 0,055 | 35 | 0,098 | 0,019 | | 0,240 | 0,016 | 0,236 |
| | | Total Pipa B2-B | | 0,126 | 80 | 0,302 | 0,038 | 4,269 | 0,538 | 0,049 | 0,587 |
| 4 | | Total Pipa B-C | | 0,181 | 115 | 0,400 | 0,058 | 4,2 | 0,778 | 0,065 | 0,824 |
| | C1-C | Sekunder | 3 | 0,181 | 115 | 0,405 | 0,052 | 4,2 | 0,766 | 0,066 | 0,832 |
| 5 | | Total Pipa C1-C | | 0,181 | 115 | 0,405 | 0,052 | 4,2 | 0,766 | 0,066 | 0,832 |
| | C2-C | Sekunder | 4 | 0,063 | 40 | 0,229 | 0,022 | 4,3 | 0,273 | 0,037 | 0,310 |
| 6 | | Total Pipa C2-C | | 0,063 | 40 | 0,229 | 0,022 | 4,3 | 0,273 | 0,037 | 0,310 |
| | C-D | Total Pipa B-C | | 0,181 | 115 | 0,400 | 0,058 | 4,226 | 0,778 | 0,065 | 0,824 |
| | | Total Pipa C1-C | | 0,181 | 115 | 0,405 | 0,052 | | 0,766 | 0,066 | 0,832 |
| | | Total Pipa C2-C | | 0,063 | 40 | 0,229 | 0,022 | 4,333 | 0,273 | 0,037 | 0,310 |
| 7 | | Total Pipa C-D | | 0,426 | 270 | 1,034 | 0,131 | 4,1 | 1,817 | 0,168 | 1,965 |
| | D1-D | Sekunder | 5 | 0,189 | 120 | 0,409 | 0,054 | 4,2 | 0,798 | 0,066 | 0,865 |
| 8 | | Total Pipa D1-D | | 0,189 | 120 | 0,409 | 0,054 | 4,2 | 0,798 | 0,066 | 0,865 |
| | D2-D | Sekunder | 6 | 0,150 | 95 | 0,389 | 0,044 | 4,2 | 0,636 | 0,063 | 0,699 |
| 9 | | Total Pipa D2-D | | 0,150 | 95 | 0,389 | 0,044 | 4,2 | 0,636 | 0,063 | 0,699 |
| | D-E | Total Pipa C-D | | 0,426 | 270 | 1,034 | 0,131 | 4,098 | 1,817 | 0,168 | 1,965 |
| | | Total Pipa D1-D | | 0,189 | 120 | 0,409 | 0,054 | | 0,798 | 0,066 | 0,865 |

| | | | | | | | | | | |
|----|------|------------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | | Total Pipa D2-D | 0,150 | 95 | 0,389 | 0,044 | 4,250 | 0,636 | 0,063 | 0,699 |
| 10 | E1-E | Total Pipa D-E | 0,764 | 485 | 1,832 | 0,229 | 12,568 | 3,251 | 0,297 | 3,529 |
| | | Sekunder | 7 | 135 | 0,123 | 0,059 | 4,2 | 0,895 | 0,020 | 0,915 |
| 11 | E-F | Total Pipa E1-E | 0,213 | 135 | 0,123 | 0,059 | 4,2 | 0,895 | 0,020 | 0,915 |
| | | Total Pipa D-E | 0,764 | 485 | 1,832 | 0,229 | 12,568 | 3,251 | 0,297 | 3,529 |
| | | Total Pipa E1-E | 0,213 | 135 | 0,123 | 0,059 | | 0,895 | 0,020 | 0,915 |
| 12 | F1-F | Primer | 8 | 45 | 0,053 | 0,024 | 4,3 | 0,307 | 0,009 | 0,315 |
| | | Total Pipa E-F | 1,048 | 665 | 2,008 | 0,313 | 3,9 | 4,453 | 0,325 | 4,759 |
| | | Sekunder | 9 | 130 | 0,353 | 0,058 | 4,2 | 0,863 | 0,057 | 0,920 |
| 13 | F2-F | Total Pipa F1-F | 0,205 | 130 | 0,353 | 0,058 | 4,2 | 0,863 | 0,057 | 0,920 |
| | | Sekunder | 10 | 120 | 0,265 | 0,054 | 4,2 | 0,798 | 0,043 | 0,841 |
| 14 | F-G | Total Pipa F2-F | 0,189 | 120 | 0,265 | 0,054 | 4,2 | 0,798 | 0,043 | 0,841 |
| | | Total Pipa E-F | 1,048 | 665 | 2,008 | 0,313 | 3,907 | 4,453 | 0,325 | 4,759 |
| | | Total Pipa F1-F | 0,205 | 130 | 0,353 | 0,058 | | 0,863 | 0,057 | 0,920 |
| 15 | G1-G | Total Pipa F2-F | 0,189 | 120 | 0,265 | 0,054 | 4,221 | 0,798 | 0,043 | 0,841 |
| | | Total Pipa F-G | 1,442 | 915 | 2,625 | 0,424 | 3,8 | 6,114 | 0,425 | 6,520 |
| | | Sekunder | 12 | 85 | 0,290 | 0,040 | 4,3 | 0,571 | 0,047 | 0,618 |
| 16 | G-H | Total Pipa G1-G | 0,134 | 85 | 0,290 | 0,040 | 4,3 | 0,571 | 0,047 | 0,618 |
| | | Total Pipa F-G | 1,442 | 915 | 2,625 | 0,424 | 3,825 | 6,114 | 0,425 | 6,520 |
| | | Total Pipa G1-G | 0,134 | 85 | 0,290 | 0,040 | | 0,571 | 0,047 | 0,618 |
| 17 | H1-H | Primer | 11 | 35 | 0,124 | 0,019 | 4,3 | 0,240 | 0,020 | 0,260 |
| | | Total Pipa G-H | 1,631 | 1035 | 3,039 | 0,484 | 3,8 | 6,924 | 0,492 | 7,398 |
| | | Sekunder | 13 | 80 | 0,115 | 0,038 | 4,3 | 0,538 | 0,019 | 0,557 |
| | | Total Pipa H1-H | 0,126 | 80 | 0,115 | 0,038 | 4,3 | 0,538 | 0,019 | 0,557 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|--------|-------------------|--|-------|------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|
| 18 | H-I | Total Pipa G-H | | 1,631 | 1035 | 3,039 | 0,484 | 3,790 | 6,924 | 0,492 | 7,398 |
| | | Total Pipa H1-H | | 0,126 | 80 | 0,115 | 0,038 | | 0,538 | 0,019 | 0,557 |
| 19 | J1-J | Total Pipa H-I | | 1,757 | 1115 | 3,154 | 0,522 | 3,8 | 7,462 | 0,511 | 7,954 |
| | | Sekunder | | 15 | 210 | 0,461 | 0,086 | 4,1 | 1,370 | 0,075 | 1,445 |
| 20 | J-I | Total Pipa J1-J | | 0,331 | 210 | 0,461 | 0,086 | 4,1 | 1,370 | 0,075 | 1,445 |
| | | Total Pipa J1-J | | 0,331 | 210 | 0,461 | 0,086 | | 1,370 | 0,075 | 1,445 |
| | | Primer | | 14 | 55 | 0,098 | 0,028 | 4,3 | 0,373 | 0,016 | 0,389 |
| | | Total Pipa J-I | | 0,418 | 265 | 0,559 | 0,114 | 4,1 | 1,743 | 0,090 | 1,834 |
| 21 | I-IPAL | Total Pipa H-I | | 1,757 | 1115 | 3,154 | 0,522 | 3,769 | 7,462 | 0,511 | 7,954 |
| | | Total Pipa J-I | | 0,418 | 265 | 0,559 | 0,114 | | 1,743 | 0,090 | 1,834 |
| | | Primer | | 16 | 200 | 0,399 | 0,082 | 4,1 | 1,307 | 0,065 | 1,372 |
| | | Total Pipa I-IPAL | | 2,490 | 1580 | 4,112 | 0,719 | 3,7 | 10,513 | 0,666 | 11,160 |

5.2.4 Perhitungan Diameter Pipa

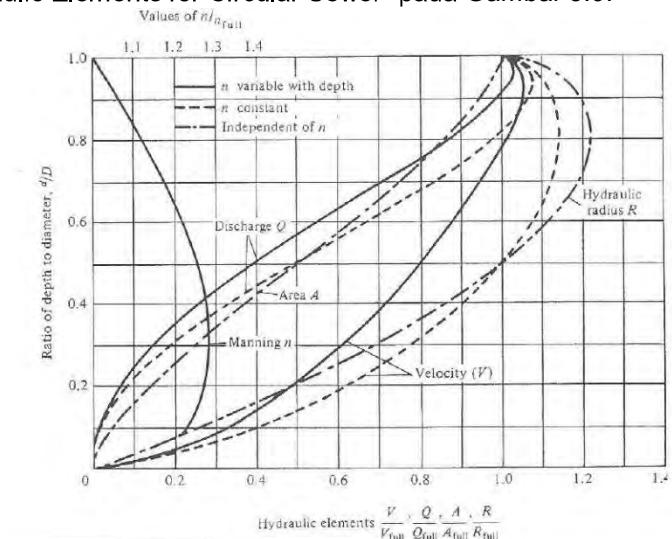
Perhitungan diameter pipa ditujukan untuk mencapai kecepatan minimum yang disyaratkan dalam sistem penyaluran air limbah. Hal ini perlu dilakukan agar air limbah tidak mengendap pada saat debit minimum. Pada perencanaan ini sistem penyaluran yang digunakan adalah *shallow sewerage* yang mengandalkan penggelontoran air. Berdasarkan pedoman PU terdapat beberapa kriteria desain yang harus dipenuhi, antara lain:

- Penduduk kepadatan tinggi diatas 200 jiwa/ha
- Diameter pipa min 100mm
- Slope minimum 0,006
- Kecepatan minimum sebesar 0,3 m/dt

Contoh perhitungan diameter pipa air limbah di RW V (Jalur C-D) adalah sebagai berikut:

- Panjang pipa = 49,7 m
- Q_{total} = 1,965 L/dt
- Q_{min} = 0,131 L/dt

Direncanakan nilai $d/D = 0,8$ (untuk Q_{total}). Kemudian untuk menentukan besarnya Q_p/Q_f dan d/D dapat dilihat pada grafik "Hydraulic Elements for Circular Sewer" pada Gambar 5.9.



Gambar 5.9 Grafik Elemen Hidraulik Untuk Pipa Bulat

$$\begin{aligned}
 \text{Ditetapkan } d/D &= 0,8 \\
 Q_{\text{total}}/Q_f &= 0,975 \text{ (dari grafik)} \\
 Q_f &= \frac{Q_{\text{total}}}{Q_{\text{total}}/Q_f} \\
 &= \frac{1,965}{0,975} \\
 &= 2,016 \text{ L/dt}
 \end{aligned}$$

Setelah nilai Q_{full} didapatkan langkah selanjutnya adalah menentukan nilai dari koefisien kekasaran dan nilai slope pipa. Jika nilai slope medan tidak memungkinkan adanya aliran pada pipa, maka dapat dipakai slope rencana sebagai ganti dari slope medan. Nilai koefisien kekasaran pipa (n) yang biasa dipakai adalah sebesar 0,012. Sementara nilai slope yang digunakan untuk pipa C-D adalah sebesar 0,0074 sesuai dengan slope medan.

$$\begin{aligned}
 D &= 1,548 \times \left[\frac{n Q_f}{S^{0,5}} \right]^{0,375} \\
 &= 1,548 \times \left[\frac{0,012 \times 2,016 \text{ L/dt}}{S^{0,0074^{0,5}}} \right]^{0,375} \\
 &= 33,9 \text{ mm} \\
 &= 100 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Perhitungan jalur pipa lain dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Mengecek Q_{full} dengan diameter yang dipakai

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{full cek}} &= 0,3117 \times D^{2,667} \times \sqrt{S} \times 1/n \\
 &= 0,3117 \times \left(\frac{100}{1000} \right)^{2,667} \times \sqrt{0,0074} \times 1/0,012 \\
 &= 4,814 \text{ L/dt}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{\text{full cek}} &= Q_{\text{full}}/A_{\text{full}} \\
 &= 0,61 \text{ m/dt}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya digunakan cara yang sama untuk mencari d_{min}/D_{full} , V_{min} , d_{peak}/D_{full} , dan V_{peak} . Perhitungan lengkap dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.7 Dimensi Pipa RW V

| No. | Jalur Pipa | L Pipa (m) | Q Total (l/s) | Q min (l/s) | d/D | Qpeak / Qfull | Qfull (l/s) | Elevasi Meda | | Slope Medan | Slope Pipa | n | D hitung (mm) | D apply |
|-----|------------|---------------|------------------|----------------|-----|------------------|----------------|--------------|-------|----------------|---------------|-------|---------------------|------------|
| | | | | | | | | awal | akhir | | | | | |
| 1 | B1-B | 59,7 | 0,236 | 0,019 | 0,8 | 0,975 | 0,243 | 7,01 | 6,58 | 0,0072 | 0,0072 | 0,012 | 33,9 | 100 |
| 2 | B2-B | 86,3 | 0,587 | 0,038 | 0,8 | 0,975 | 0,602 | 6,58 | 6,58 | 0,0000 | 0,0060 | 0,012 | 47,7 | 100 |
| 3 | B-C | 47,3 | 0,824 | 0,058 | 0,8 | 0,975 | 0,845 | 6,58 | 7,01 | -0,0090 | 0,0060 | 0,012 | 54,1 | 100 |
| 4 | C1-C | 86,5 | 0,832 | 0,052 | 0,8 | 0,975 | 0,853 | 7,01 | 7,01 | 0,0000 | 0,0060 | 0,012 | 54,3 | 100 |
| 5 | C2-C | 43,3 | 0,310 | 0,022 | 0,8 | 0,975 | 0,318 | 6,40 | 7,01 | -0,0141 | 0,0060 | 0,012 | 37,6 | 100 |
| 6 | C-D | 49,7 | 1,965 | 0,131 | 0,8 | 0,975 | 2,016 | 7,01 | 6,64 | 0,0074 | 0,0074 | 0,012 | 72,1 | 100 |
| 7 | D1-D | 110,6 | 0,865 | 0,054 | 0,8 | 0,975 | 0,887 | 5,88 | 6,64 | -0,0069 | 0,0060 | 0,012 | 55,1 | 100 |
| 8 | D2-D | 91,7 | 0,699 | 0,044 | 0,8 | 0,975 | 0,717 | 5,49 | 6,64 | -0,0126 | 0,0060 | 0,012 | 50,9 | 100 |
| 9 | D-E | 13,5 | 3,529 | 0,229 | 0,8 | 0,975 | 3,620 | 6,64 | 6,31 | 0,0248 | 0,0248 | 0,012 | 71,6 | 100 |
| 10 | E1-E | 73,2 | 0,915 | 0,059 | 0,8 | 0,975 | 0,938 | 5,49 | 6,31 | -0,0112 | 0,0060 | 0,012 | 56,3 | 100 |
| 11 | E-F | 35,4 | 4,759 | 0,313 | 0,8 | 0,975 | 4,881 | 6,31 | 5,36 | 0,0267 | 0,0267 | 0,012 | 79,0 | 100 |
| 12 | F1-F | 87,7 | 0,920 | 0,058 | 0,8 | 0,975 | 0,943 | 4,94 | 5,36 | -0,0049 | 0,0060 | 0,012 | 56,4 | 100 |
| 13 | F2-F | 73,4 | 0,841 | 0,054 | 0,8 | 0,975 | 0,863 | 5,06 | 5,36 | -0,0042 | 0,0060 | 0,012 | 54,6 | 100 |
| 14 | F-G | 25,8 | 6,520 | 0,424 | 0,8 | 0,975 | 6,687 | 5,36 | 5,09 | 0,0106 | 0,0106 | 0,012 | 105,7 | 150 |
| 15 | G1-G | 91,9 | 0,618 | 0,040 | 0,8 | 0,975 | 0,634 | 4,60 | 5,09 | -0,0053 | 0,0060 | 0,012 | 48,6 | 100 |

| No. | Jalur Pipa | L Pipa | | Q Total | | Q min | | d/D | Qpeak / Qfull | | Qfull | | Elevasi Medan | | Slope Medan | Slope Pipa | n | D | |
|-----|------------|--------|--------|---------|-------|-------|--------|-------|---------------|-------|---------|--------|---------------|-------|-------------|------------|---|---|--|
| | | (m) | (l/s) | (l/s) | (l/s) | (l/s) | (l/s) | | (l/s) | (l/s) | awal | akhir | hitung | (mm) | | | | | |
| 16 | G-H | 33 | 7,398 | 0,484 | 0,8 | 0,975 | 7,587 | 0,975 | 5,09 | 5,00 | 0,0028 | 0,0060 | 0,012 | 123,3 | 150 | | | | |
| 17 | H1-H | 59,9 | 0,557 | 0,038 | 0,8 | 0,975 | 0,571 | 0,975 | 4,88 | 5,00 | -0,0020 | 0,0060 | 0,012 | 46,8 | 100 | | | | |
| 18 | H-I | 6,3 | 7,954 | 0,522 | 0,8 | 0,975 | 8,158 | 0,975 | 5,00 | 4,94 | 0,0097 | 0,0097 | 0,012 | 115,9 | 150 | | | | |
| 19 | J1-J | 103,4 | 1,445 | 0,086 | 0,8 | 0,975 | 1,482 | 0,975 | 4,57 | 4,85 | -0,0027 | 0,0060 | 0,012 | 66,9 | 100 | | | | |
| 20 | J-I | 46,5 | 1,834 | 0,114 | 0,8 | 0,975 | 1,881 | 0,975 | 4,85 | 4,94 | -0,0020 | 0,0060 | 0,012 | 73,1 | 100 | | | | |
| 21 | I-IPAL | 91,8 | 11,160 | 0,719 | 0,8 | 0,975 | 11,447 | 0,975 | 4,94 | 4,27 | 0,0073 | 0,0073 | 0,012 | 138,7 | 150 | | | | |

Tabel 5.8 Perhitungan Kecepatan Aliran Pipa di RW V

| Jalur Pipa | D apply (mm) | Vfull cek | | Q min/Q full | | dmin/Dfull | | d min (mm) | | V min/V full | | Q peak/Q full | | dpeak /Dfull (mm) | | V peak/V full | | V peak (m/s) | |
|------------|-----------------|-----------|-------|--------------|-------|------------|-------|---------------|-------|--------------|-------|---------------|-------|----------------------|-------|---------------|-------|-----------------|-------|
| | | (m/s) | (m/s) | (m/s) | (m/s) | (m/s) | (m/s) | (m/s) | (m/s) | (m/s) | (m/s) | (m/s) | (m/s) | (m/s) | (m/s) | (m/s) | (m/s) | (m/s) | (m/s) |
| B1-B | 100 | 0,55 | 0,004 | 0,08 | 0,08 | 0,36 | 0,22 | 0,055 | 0,17 | 0,63 | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,38 |
| B2-B | 100 | 0,55 | 0,009 | 0,08 | 0,08 | 0,36 | 0,20 | 0,135 | 0,25 | 0,69 | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,38 |
| B-C | 100 | 0,55 | 0,013 | 0,09 | 0,09 | 0,38 | 0,21 | 0,190 | 0,30 | 0,80 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 |
| C1-C | 100 | 0,55 | 0,012 | 0,09 | 0,09 | 0,38 | 0,21 | 0,192 | 0,30 | 0,77 | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,42 |
| C2-C | 100 | 0,55 | 0,005 | 0,08 | 0,08 | 0,36 | 0,20 | 0,072 | 0,21 | 0,59 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 |
| C-D | 100 | 0,61 | 0,027 | 0,11 | 0,11 | 0,42 | 0,26 | 0,408 | 0,45 | 0,97 | 0,59 | 0,59 | 0,59 | 0,59 | 0,59 | 0,59 | 0,59 | 0,59 | 0,59 |

| Jalur Pipa | D apply | Vfull cek | Q min/Q full | dmin/Dfull | d min (mm) | V min/V full | V min (m/s) | Q peak/Q full | dpeak /Dfull | dpeak (mm) | V peak/V full | V peak (m/s) |
|------------|---------|-----------|--------------------|------------|---------------|--------------------|----------------|---------------------|-----------------|---------------|---------------------|-----------------|
| | (mm) | (m/s) | | | | | | | | | | |
| D1-D | 100 | 0,55 | 0,012 | 0,09 | 9,0 | 0,38 | 0,21 | 0,199 | 0,30 | 30,0 | 0,80 | 0,44 |
| D2-D | 100 | 0,55 | 0,010 | 0,09 | 9,0 | 0,38 | 0,21 | 0,161 | 0,29 | 29,0 | 0,73 | 0,40 |
| D-E | 100 | 1,12 | 0,026 | 0,11 | 11,0 | 0,42 | 0,47 | 0,400 | 0,45 | 45,0 | 0,95 | 1,07 |
| E1-E | 100 | 0,55 | 0,014 | 0,09 | 9,0 | 0,38 | 0,21 | 0,211 | 0,32 | 32,0 | 0,80 | 0,44 |
| E-F | 100 | 1,16 | 0,034 | 0,13 | 13,0 | 0,47 | 0,55 | 0,521 | 0,52 | 52,0 | 1,03 | 1,20 |
| F1-F | 100 | 0,55 | 0,013 | 0,09 | 9,0 | 0,38 | 0,21 | 0,212 | 0,32 | 32,0 | 0,80 | 0,44 |
| F2-F | 100 | 0,55 | 0,012 | 0,09 | 9,0 | 0,38 | 0,21 | 0,194 | 0,30 | 30,0 | 0,79 | 0,44 |
| F-G | 150 | 0,96 | 0,025 | 0,11 | 16,5 | 0,42 | 0,40 | 0,383 | 0,43 | 64,5 | 0,93 | 0,89 |
| G1-G | 100 | 0,55 | 0,009 | 0,08 | 8,0 | 0,36 | 0,20 | 0,143 | 0,27 | 27,0 | 0,69 | 0,38 |
| G-H | 150 | 0,72 | 0,038 | 0,13 | 19,5 | 0,47 | 0,34 | 0,579 | 0,55 | 82,5 | 1,04 | 0,75 |
| H1-H | 100 | 0,55 | 0,009 | 0,08 | 8,0 | 0,36 | 0,20 | 0,128 | 0,24 | 24,0 | 0,65 | 0,36 |
| H-I | 150 | 0,92 | 0,032 | 0,13 | 19,5 | 0,47 | 0,43 | 0,490 | 0,50 | 75,0 | 1,00 | 0,92 |
| J1-J | 100 | 0,55 | 0,020 | 0,09 | 9,0 | 0,38 | 0,21 | 0,333 | 0,42 | 42,0 | 0,88 | 0,49 |
| J-I | 100 | 0,55 | 0,026 | 0,11 | 11,0 | 0,42 | 0,23 | 0,423 | 0,48 | 48,0 | 0,95 | 0,52 |
| I-PAL | 150 | 0,80 | 0,051 | 0,17 | 25,5 | 0,53 | 0,42 | 0,791 | 0,68 | 102,0 | 1,13 | 0,90 |

5.2.5 Penanaman Pipa

Menurut Kemen PU (2013), penanaman pipa bertujuan untuk mengetahui kedalaman pipa yang akan ditanam di dalam tanah. Penanaman pipa limbah memiliki kedalaman awal khusus yang berbeda dengan pipa air bersih (PDAM). Jika pipa air bersih (PDAM) memiliki kedalaman sebesar 0,5 dari muka tanah, maka pipa air limbah harus berada di bawah pipa air bersih tersebut. hal ini ditujukan agar air bersih tidak terjadi kontaminasi dari air limbah apabila pipa air limbah mengalami kebocoran atau gangguan lain. KemenPU juga mengatur kedalaman maksimum yang diizinkan untuk menanam pipa yaitu sebesar 7 m dari atas permukaan tanah. Berikut ini contoh perhitungan jalur pipa C-D di RW V:

- Elevasi tanah awal = 7,01 m
- Elevasi tanah akhir = 6,64 m
- Panjang pipa (L) = 49,7 m
- Slope pipa (s) = 0.007
- Beda elevasi = $L \times S$
= $49,7 \text{ m} \times 0.007$
= 0,368 m
- Diameter pipa = 100 mm
- Kedalaman awal = 0,8 m
- Elevasi atas pipa
Keadaan awal = el muka tanah awal – kedalaman awal
= $7,01 - 0,8 = 6,21 \text{ m}$
Keadaan akhir = keadaan atas awal pipa – beda tinggi
= $6,21 - 0,368 = 5,84 \text{ m}$
- Elevasi bawah pipa
Keadaan awal = el atas awal pipa – diameter
= $6,21 - 0,1 = 6,11 \text{ m}$
Keadaan akhir = elevasi atas akhir pipa – diameter
= $5,84 - 0,1 = 5,74 \text{ m}$
- Kedalaman penanaman pipa
Keadaan awal = El tanah awal - El bawah awal pipa + pondasi pasir
= $7,01 - 5,84 + 0,1$

$$\begin{aligned}
 &= 1,000 \\
 \text{Keadaan akhir} &= \text{el tanah akhir} - \text{el bawah akhir pipa} + \\
 &\quad \text{pondasi pasir} \\
 &= 6,21 - 5,74 \\
 &= 1,002 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Penyesuaian penanaman (menyambung pipa sebelumnya)

| | |
|-----------------|-----------|
| Kedalaman awal | = 2,706 m |
| Kedalaman akhir | = 2,708 m |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Tabel 5.9 Penanaman Pipa RW V

| Jalur Pipa | Jenis Pipa | L (m) | Elevasi Medan | | Slope Medan | Slope Pipa | D apply (mm) | H (m) | Elevasi atas pipa (m) | | Elevasi bawah pipa (m) | | Pondasi Pasir- Bawah Pipa (m) | Kedalaman Penanaman (m) | | Kebutuhan |
|------------|------------|----------|---------------|-------|----------------|---------------|--------------------|-------|-----------------------|-------|------------------------|-------|---|-------------------------|-------|-----------|
| | | | awal | akhir | | | | | Awal | Akhir | Awal | Akhir | | Awal | Akhir | |
| B1-B | Sekunder | 59,7 | 7,01 | 6,58 | 0,0072 | 0,0072 | 100 | 0,430 | 6,210 | 5,780 | 6,110 | 5,680 | 0,1 | 1,000 | 1,000 | Drop |
| B2-B | Sekunder | 86,3 | 6,58 | 6,58 | 0,0000 | 0,0060 | 100 | 0,518 | 5,784 | 5,266 | 5,684 | 5,166 | 0,1 | 1,000 | 1,518 | Drop |
| B-C | Primer | 47,3 | 6,58 | 7,01 | -0,0090 | 0,0060 | 100 | 0,284 | 5,784 | 5,500 | 5,684 | 5,400 | 0,1 | 1,996 | 2,706 | |
| C1-C | Sekunder | 86,5 | 7,01 | 7,01 | 0,0000 | 0,0060 | 100 | 0,519 | 6,210 | 5,691 | 6,110 | 5,591 | 0,1 | 1,000 | 1,519 | Drop |
| C2-C | Sekunder | 43,3 | 6,40 | 7,01 | -0,0141 | 0,0060 | 100 | 0,260 | 5,601 | 5,341 | 5,501 | 5,241 | 0,1 | 1,000 | 1,869 | Drop |
| C-D | Primer | 49,7 | 7,01 | 6,64 | 0,0074 | 0,0074 | 100 | 0,368 | 6,210 | 5,843 | 6,110 | 5,743 | 0,1 | 2,706 | 2,708 | |
| D1-D | Sekunder | 110,6 | 5,88 | 6,64 | -0,0069 | 0,0060 | 100 | 0,664 | 5,083 | 4,419 | 4,983 | 4,319 | 0,1 | 1,000 | 2,426 | Drop |
| D2-D | Sekunder | 91,7 | 5,49 | 6,64 | -0,0126 | 0,0060 | 100 | 0,550 | 4,686 | 4,136 | 4,586 | 4,036 | 0,1 | 1,000 | 2,708 | |
| D-E | Primer | 13,5 | 6,64 | 6,31 | 0,0248 | 0,0248 | 100 | 0,335 | 5,845 | 5,509 | 5,745 | 5,409 | 0,1 | 2,708 | 2,708 | |
| E1-E | Sekunder | 73,2 | 5,49 | 6,31 | -0,0112 | 0,0060 | 100 | 0,439 | 4,686 | 4,247 | 4,586 | 4,147 | 0,1 | 1,000 | 2,262 | Drop |
| E-F | Primer | 35,4 | 6,31 | 5,36 | 0,0267 | 0,0267 | 100 | 0,945 | 5,509 | 4,564 | 5,409 | 4,464 | 0,1 | 2,708 | 2,708 | |
| F1-F | Sekunder | 87,7 | 4,94 | 5,36 | -0,0049 | 0,0060 | 100 | 0,526 | 4,138 | 3,612 | 4,038 | 3,512 | 0,1 | 1,000 | 1,953 | Drop |
| F2-F | Sekunder | 73,4 | 5,06 | 5,36 | -0,0042 | 0,0060 | 100 | 0,440 | 4,260 | 3,819 | 4,160 | 3,719 | 0,1 | 1,000 | 1,745 | Drop |
| F-G | Primer | 25,8 | 5,36 | 5,09 | 0,0106 | 0,0106 | 150 | 0,274 | 4,564 | 4,290 | 4,414 | 4,140 | 0,1 | 2,708 | 2,708 | |
| G1-G | Sekunder | 91,9 | 4,60 | 5,09 | -0,0053 | 0,0060 | 100 | 0,551 | 3,802 | 3,251 | 3,702 | 3,151 | 0,1 | 1,000 | 2,039 | Drop |
| G-H | Primer | 33,0 | 5,09 | 5,00 | 0,0028 | 0,0060 | 150 | 0,198 | 4,290 | 4,092 | 4,140 | 3,942 | 0,1 | 2,708 | 2,815 | |
| H1-H | Sekunder | 59,9 | 4,88 | 5,00 | -0,0020 | 0,0060 | 100 | 0,359 | 4,077 | 3,717 | 3,977 | 3,617 | 0,1 | 1,000 | 1,481 | Drop |
| H-I | Primer | 6,3 | 5,00 | 4,94 | 0,0097 | 0,0097 | 150 | 0,061 | 4,199 | 4,138 | 4,049 | 3,988 | 0,1 | 2,815 | 2,815 | |
| J1-J | Sekunder | 103,4 | 4,57 | 4,85 | -0,0027 | 0,0060 | 100 | 0,620 | 3,772 | 3,152 | 3,672 | 3,052 | 0,1 | 1,000 | 1,895 | |
| J-I | Primer | 46,5 | 4,85 | 4,94 | -0,0020 | 0,0060 | 100 | 0,279 | 4,046 | 3,767 | 3,946 | 3,667 | 0,1 | 1,895 | 2,265 | Drop |
| I-IPAL | Primer | 91,8 | 4,94 | 4,27 | 0,0073 | 0,0073 | 150 | 0,671 | 4,138 | 3,467 | 3,988 | 3,317 | 0,1 | 2,815 | 2,815 | |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

5.3 Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah

5.3.1 Kualitas Air Limbah

Kualitas air limbah didapat dari pengumpulan data sekunder. Pada perencanaan ini kualitas air limbah merujuk pada penelitian sebelumnya. Hal ini dilakukan karena kualitas air limbah di asumsikan sama. Penelitian sebelumnya mengukur kualitas air pada Kelurahan Keputih Surabaya pada Tahun 2015. Berikut ini data kualitas air limbah:

Tabel 5.10 Kualitas Air Limbah

| Parameter | Satuan | Konsentrasi |
|------------------|--------|-------------|
| BOD5 | mg/l | 154 |
| COD | mg/l | 250 |
| TSS | mg/l | 250 |
| Minyak dan Lemak | mg/l | 30 |
| pH | - | 7,15 |

Sumber: Pratiwi, 2015

Kualitas air limbah pada Tabel 5.10 merupakan kualitas air limbah campuran. Konsentrasi air limbah ini tergolong dalam kategori lemah. Hal ini terjadi karena daerah Keputih maupun Kapasari sama-sama merupakan area yang sudah terlayani PDAM. Sehingga penggunaan air gelontoran menurunkan konsentrasi air limbah.

5.3.2 Perencanaan Bangunan dan Aksesoris Pelengkap

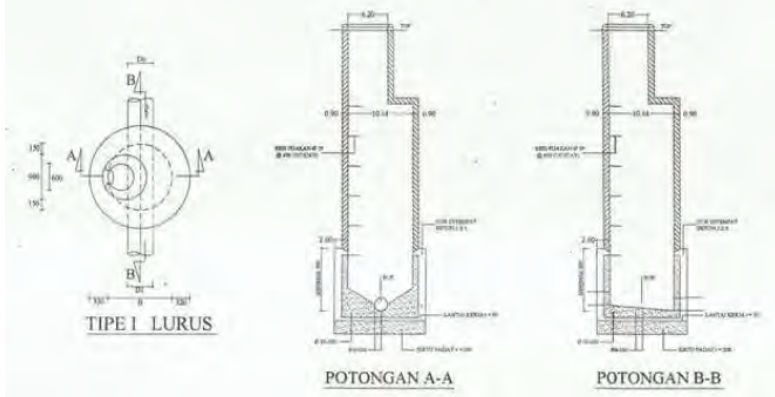
5.3.2.1 Manhole

Menurut Metcalf & Eddy (2004) bangunan pelengkap *manhole* berguna sebagai jalan masuknya petugas pengontrol saluran. *Manhole* berfungsi jika terjadi mampet pada saluran. *Manhole* terletak pada setiap saluran lurus, belokan, percabangan pipa, dan pada perubahan elevasi. Pada jalur saluran yang lurus, dengan jarak tertentu tergantung diameter saluran seperti pada Tabel 5.11 dan perlu disesuaikan juga terhadap panjang peralatan pembersih yang akan dipakai.

Tabel 5.11 Jarak antar Manhole Pada Jalur Lurus

| Diameter (mm) | Jarak antar MH (m) |
|---------------|--------------------|
| (20-50) | 50-75 |
| (50-75) | 75-125 |
| (100-150) | 125-150 |
| (150-200) | 150-200 |

Dimensi horizontal harus cukup untuk melakukan pemeriksaan dan pembersihan dengan masuk ke dalam saluran. Dimensi vertical bergantung pada kedalamannya. Lubang masuk (access shaft) pada manhole, minimal seluas 50 cm x 50 cm atau dengan diameter 60 cm.



Gambar 5.10 Tipikal Manhole Saluran Lurus

5.3.2.2 Inspection Chamber

Bak kontrol (*Inspection Chamber*) pada perencanaan SPAL Kelurahan Kapasari dapat menjadikan salah satu sarana kontrol aliran dan kondisi air limbah rumah tangga sebelum air limbah dialirkan menuju pipa. Fungsi bak kontrol adalah untuk mengetahui apakah sistem pembuangan air pada rumah tinggal masih berfungsi dengan semestinya. Luas permukaan minimal 50x50 cm (bagian dalam), dan diberi tutup plat beton yang mudah dibuka-tutup. Kedalaman bak, (40-60) cm, disesuaikan dengan kebutuhan kemiringan pipa persil yang masuk.

5.3.2.3 Bak Penampung

Bak penampung digunakan sebagai tempat sementara untuk menampung aliran air limbah pada ujung akhir sebelum memasuki ABR. Bak ini untuk menampung air sementara, dan langsung dipompa menuju ABR. Bak ini tidak berfungsi sebagai sumur, karena langsung dipompa, sehingga dimensinya tidak besar. Kedalaman bak ini disesuaikan dengan elevasi bawah pipa terakhir. Jumlah pompa yang digunakan sebanyak 2 buah pompa.

5.3.2.4 Pompa

Pada perencanaan ini digunakan pompa untuk memompa air limbah dari saluran menuju unit pengolahan. Pompa yang digunakan adalah pompa *submersible*. Pompa ini diletakkan pada bak pengumpul, menggunakan sensor sehingga dapat menyala/mati pada ketinggian air tertentu. Pompa yang digunakan sebanyak dua buah, masing masing menuju unit pengolahan. Debit yang digunakan pada pompa ini adalah debit puncak air limbah yaitu sebesar 8,96 L/s. Pompa yang digunakan adalah Grundfos SLV.80.80.

5.3.2.5 Perhitungan Dimensi ABR

Dibawah ini merupakan contoh perhitungan dimensi ABR pada RW V. Pada RW V akan ada dua unit ABR parallel. Pada RW ini dibuat menjadi dua unit, karena terbatasnya lahan sehingga tidak memungkinkan untuk membangun satu unit ABR skala besar.

1. Menghitung debit air limbah yang masuk

Diketahui kualitas air limbah:

- BOD = 154 mg/L
- COD = 250 mg/L
- TSS = 250 mg/L

Debit rata2 = 215,13 m³/hari

Debit tiap unit = 107,56 m³/hari

Qave = 107,56 m³/hari
= 4,48 m³/jam

Hours of most flow = 12 jam

Qpeak hour = 8,96 m³/jam

Flow peak hour = Q x td
= 8,96 m³/jam x 3 jam
= 26,9 m³

Q at peak hour = 107,56 m³/hari + 26,9 m³/hari

2. Menentukan waktu detensi (HRT) pada settling tank

Kriteria Design = (2-6) Jam

Dipilih = 3 jam

% COD removal = 40% (sesuai Gambar 5.11)

Pemilihan HRT sebesar 3 jam dikarenakan penambahan HRT lebih besar daripada 3 jam tidak lagi signifikan menyisihkan COD.

Sebagai contoh HRT sebesar 20 jam hanya menambah removal sebesar 10%.

Namun pada perencanaan ini tidak menggunakan efisiensi removal sebesar 40%. Menurut BORDA, angka ini perlu penyesuaian dengan kondisi di lapangan, sehingga % COD removal yang digunakan menjadi 28%.

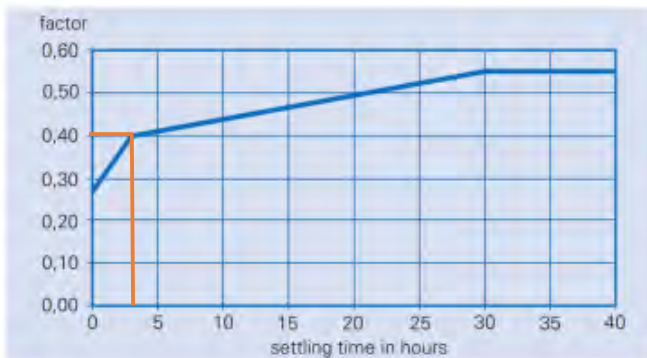
Penentuan removal BOD menggunakan relasi antara COD/BOD ratio, dimana COD removal dibawah 50% memiliki factor sebesar 1,06 (Gambar 5.12).

Sehingga didapatkan removal sebagai berikut:

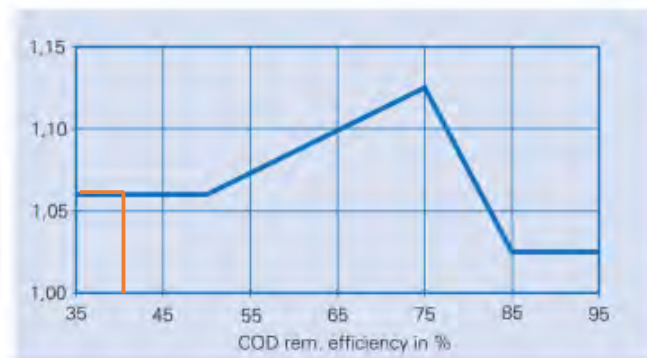
% removal COD = 28%

% removal BOD = 30%

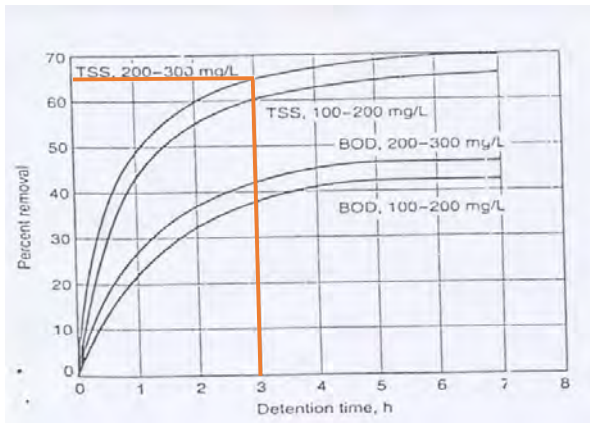
% removal TSS = 64% (Gambar 5.13)



Gambar 5.11 COD Removal pada Settler



Gambar 5.12 Relasi COD/BOD removal Faktor



Gambar 5.13 TSS Removal Graph

3. Menghitung mass balance

- $BOD_{in} = 154 \text{ mg/L} \times 107,6 \text{ m}^3/\text{hari} = 16,6 \text{ kg/hari}$
- $COD_{in} = 250 \text{ mg/L} \times 107,6 \text{ m}^3/\text{hari} = 26,9 \text{ kg/hari}$
- $TSS_{in} = 250 \text{ mg/L} \times 107,6 \text{ m}^3/\text{hari} = 26,9 \text{ kg/hari}$

Konsentrasi outlet:

$$BOD_{out} = (100\% - 30\%) \times 154 \text{ mg/L} = 108,3 \text{ mg/L}$$

$$COD_{out} = (100\% - 28\%) \times 250 \text{ mg/L} = 180 \text{ mg/L}$$

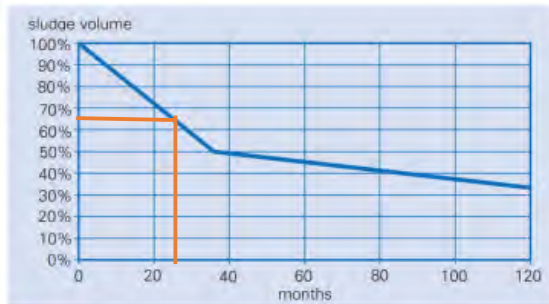
$$TSS_{out} = (100\% - 64\%) \times 250 \text{ mg/L} = 90 \text{ mg/L}$$

4. Menghitung massa dan volume lumpur

Waktu pengurasan: 2 Tahun (Sesuai SNI)

$$\begin{aligned} \text{Produksi lumpur} &= \text{lumpur TSS} \times \text{durasi pengurasan} \\ &= 26,9 \text{ kg/hari} \times 2 \times 365 \text{ hari} \\ &= 19.630,9 \text{ kg/2tahun} \end{aligned}$$

Stabilisasi lumpur, pengurasan setiap 2 tahun sekali = 24 bulan.
Sesuai dengan Gambar 5.14 didapatkan volume sludge yang tersusut sebesar 66%,



Gambar 5.14 Reduksi Volume Lumpur

Reduksi volume lumpur didapat sebesar 66%.

$$\begin{aligned}
 \text{Stabilisasi lumpur} &= 66\% \times \text{produksi lumpur} \\
 &= 66\% \times 19.630,9 \text{ kg/2 tahun} \\
 &= 13.034,9 \text{ kg/2 tahun}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Asumsi proses thickening} &= 5\% \\
 p \text{ solid} &= 2,65 \text{ kg/L} \\
 p \text{ air} &= 1 \text{ kg/L} \\
 p \text{ lumpur} &= \frac{(\% \text{solid} \times p \text{ solid}) + (\% \text{air} \times p \text{ air})}{100\%} \\
 &= \frac{(5\% \times 2,65) + (95\% \times 1)}{100\%} \text{ kg/L} \\
 &= 1,083 \text{ kg/L}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Lumpur} &= \text{massa lumpur} / p \text{ lumpur} \\
 &= 13.034,9 \text{ kg/2tahun} / 1,083 \\
 &= 12,04 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Vol Lumpur Total} = 18,06 \text{ m}^3$$

5. Dimensi ruang lumpur

$$\text{Asumsi lebar (w) ABR} = 2,6 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman (h) ABR} = 3,5 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman (h) ruang lumpur} = 1/3 \times \text{kedalaman ABR}$$

$$= 1/3 \times 3,5$$

$$= 1,16 \text{ m}$$

$$= 1,20 \text{ m}$$

$$\text{Ac ruang lumpur} = 2,6 \text{ m} \times 1,2 \text{ m}$$

$$= 3,12 \text{ m}^2$$

$$\text{Panjang ruang lumpur} = \text{Vol} / \text{Ac}$$

$$= 5,78 \text{ m}$$

$$= 6\text{m}$$

6. Dimensi settling tank
- H bak pengendap = $3,5\text{ m} - 1,2\text{ m}$
 $= 2,3\text{ m}$
- Volume peak hour = $Q \times t_d$
 $= 8,96\text{ m}^3/\text{jam} \times 3\text{ jam}$
 $= 26,9\text{ m}^3$
- Asumsi lebar (w) ABR = $2,6\text{ m}$
- Luas (As) = Vol / H
 $= 26,9\text{ m}^3 / 2,3\text{ m}$
 $= 11,7\text{ m}^2$
- Panjang ABR = $11,7\text{ m}^2 / 2,6\text{ m}$
 $= 4,5\text{ m}$

Karena perhitungan dimensi ruang lumpur lebih panjang daripada dimensi settling, maka dimensi yang digunakan untuk ABR berdasarkan perhitungan dimensi ruang lumpur.

Panjang = 6 m
 Lebar = $2,6\text{ m}$
 Tinggi = $3,5\text{ m}$

7. Perhitungan Pipa (shaft)

Agar berfungsi dengan normal, aliran pada ABR haruslah berupa aliran laminar. Hal ini berlaku ketika air bergerak dari satu kompartemen menuju kompartemen lainnya. Pada perencanaan ini antar kompartemen dihubungkan menggunakan pipa sebagai pengganti sekat.

Untuk mendapatkan aliran laminar maka diperlukan perhitungan Reynold number, dimana $Re < 2300$. Berikut ini perhitungan aliran laminar:

$$Re = \frac{\rho v D_H}{\mu} = \frac{v D_H}{\nu} = \frac{Q D_H}{\nu A}$$

DH = hydraulic diameter pipa (m).
 Q = debit (m^3/s).
 A = Luas Pipa (m^2).
 v = kecepatan Aliran (m/s).
 μ = dynamic viscosity ($\text{Pa} \cdot \text{s} = \text{N} \cdot \text{s}/\text{m}^2 = \text{kg}/(\text{s})$).
 ν = is the kinematic viscosity (m^2/s).
 ρ = density (kg/m^3).

Asumsi:

$$v = 1,3 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$Dh = 0,2 \text{ m}$$

Debit dibagi 6 pipa

$$Dh = D = 0,2 \text{ m}$$
$$= 200 \text{ mm}$$

$$A = 0,031 \text{ m}^2$$

$$Q_{\text{peak}} = 8,96 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 2,49 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

Dibagi 6

$$Q_{\text{tiap pipa}} = 4,15 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Re = \frac{Q Dh}{v A}$$
$$= \frac{4,15 \times 10^{-4} \times 0,2}{1,3 \times 10^{-6} \times 0,031}$$
$$= 2031 < 2300 \text{ (memenuhi)}$$

$$V_{\text{cek}} = Q/A$$

$$= 4,15 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} / 0,031 \text{ m}^2$$

$$= 0,013 \text{ m/s}$$

Jadi total pipa yang digunakan untuk menghubungkan tiap baffle adalah 6 buah pipa dengan diameter 200 mm.

8. Perhitungan Komartemen pada ABR

Kualitas Limbah pada Baffle 1

$$\text{BOD} = 108,3 \text{ mg/L}$$

$$\text{COD} = 180 \text{ mg/L}$$

$$\text{TSS} = 90 \text{ mg/L}$$

$$Q_{\text{ave}} = 107,56 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 4,48 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$H_{\text{settling}} = H_{\text{Baffle}} = 3,5 \text{ m}$$

$$\text{Panjang(L) Baffle} = 0,5 H_{\text{settling}}$$

$$= 1,75 \text{ m}$$

$$\text{Nilai upflow velocity maks} = 2 \text{ m/jam}$$

$$\text{Dipilih} = 2 \text{ m/jam}$$

$$\begin{aligned}\text{As (luas permukaan)} &= Q_{\text{peak}} / v_{\text{up}} \\ &= 8,96 \text{ m}^3/\text{jam} / 2 \text{ m/jam} \\ &= 4,5 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lebar baffle} &= \text{As} / L \\ &= 4,5 \text{ m}^2 / 1,75 \text{ m} \\ &= 2,56 \text{ m} \\ &= 2,6 \text{ m (sama dengan settling)}\end{aligned}$$

Dimensi Baffle:

Panjang: 1,75 m, Lebar: 2,6 m Tinggi: 3,5 m

$$\begin{aligned}\text{Vol 1 baffle/kompartemen} &= (1,75+0,2)\text{m} \times 2,6 \text{ m} \times 3,5 \text{ m} \\ &= 17,75 \text{ m}^3\end{aligned}$$

9. Penentuan efisiensi removal pada baffle

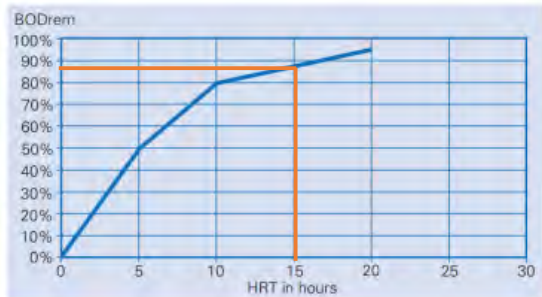
Perhitungan efisiensi removal COD pada baffle dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

- Faktor overload
- Faktor strength
- Faktor temperature
- Faktor HRT
- Jumlah baffle

Pada perencanaan ini ditarget untuk kualitas effluent BOD sebesar 20mg/L.

$$\begin{aligned}\text{Total Removal BOD} &= (\text{BOD}_{\text{in}} - 20\text{mg/L}) / \text{BOD}_{\text{in}} \\ &= 134\text{mg/L} / 154 \text{ mg/L} \\ &= 0,87 \\ &= 87\%\end{aligned}$$

Setelah mendapatkan persentase removal BOD, selanjutnya di lihat waktu detensi yang dibutuhkan pada grafik di Gambar 5.15. Pada grafik ini didapatkan total HRT yang dibutuhkan adalah sebesar 15 jam.



Gambar 5.15 Hubungan HRT & BOD removal pada ABR

Selanjutnya mencari total volume baffle

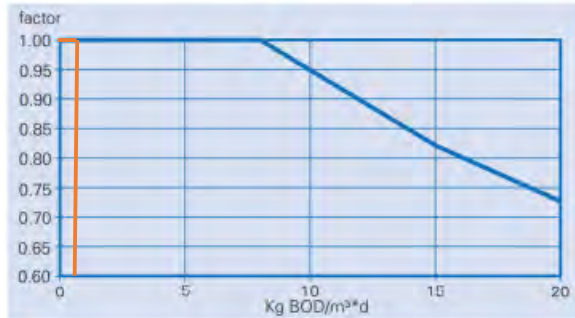
$$\begin{aligned}
 \text{Total Volume Baffle} &= \text{HRT} \times Q_{\text{ave}} \times 105\% \text{ (5\% untuk lumpur)} \\
 &= 15 \text{ jam} \times 4,48 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1,05 \\
 &= 70,6 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total Baffle yang diperlukan} &= \text{Total vol BR} / \text{Vol 1 BR} \\
 &= 70,6 / 17,75 \text{ m}^3 \\
 &= 3,98 \\
 &= 4 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{OLR BOD}_5 &= \text{CODin Baffle} \times Q_{\text{peak}} / \text{Vol BR total} / 1000 \\
 &= 180 \text{ mg/L} \times 215,13 \text{ m}^3/\text{hr} / 70,6 \text{ m}^3 / 1000 \\
 &= 0,55 \text{ kg/m}^3.\text{hari}
 \end{aligned}$$

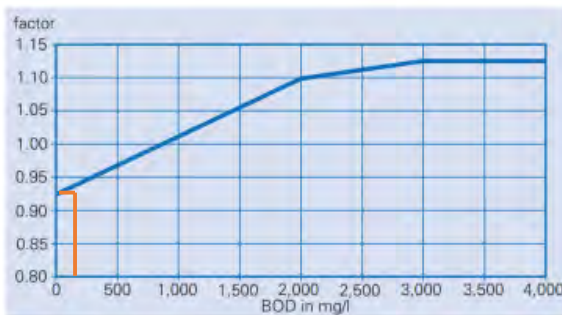
Selanjutnya dihitung efisiensi removal COD

- Faktor overload, disebut juga faktor organic loading terhadap removal BOD. Jika dilihat pada grafik dalam Gambar 5.16 maka didapatkan faktor = 1.



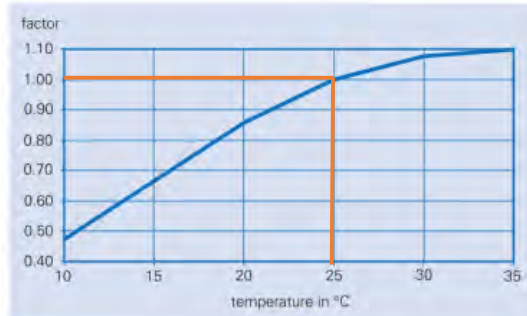
Gambar 5.16 Efek OLR pad BOD removal

- Faktor strength atau faktor konsentrasi terhadap removal BOD yang bisa dilihat pada grafik pada Gambar 5.17 dengan besar = 0,89.



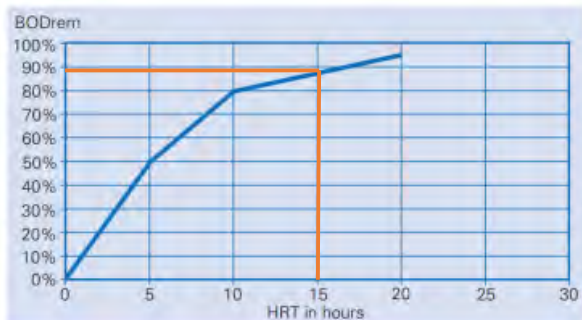
Gambar 5.17 Hubungan BOD removal dengan kualitas limbah pada ABR

- Faktor suhu, (25°C) yang tertera pada grafik di Gambar 5.18 yaitu sebesar = 1.



Gambar 5.18 Pengaruh Suhu pada Removal

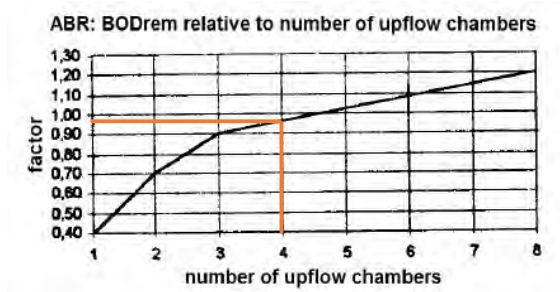
- Faktor HRT, sebesar 89%



Gambar 5.19 Pengaruh HRT pada Removal

$$\begin{aligned}
 \text{Teoritical COD rem rate} &= f_{\text{over}} \times f_{\text{stre}} \times f_{\text{temp}} \times f_{\text{HRT}} \\
 &= 1 \times 0,89 \times 1 \times 0,89 \\
 &= 0,78 \\
 &= 78\%
 \end{aligned}$$

Namun untuk mendapatkan COD rem rate juga dipengaruhi jumlah baffle/upflow chamber seperti ditunjukkan pada Gambar 5.20.



Gambar 5.20 Faktor jumlah Upflow Chamber

COD rem rate Baffle Only

$$= \text{Teoritical CODrem rate} \times (n-3) \times 0,04 + 0,82$$

$$= 0,78 \times (4-3) \times 0,04 + 0,82$$

$$= 0,77$$

$$= 77\%$$

$$\text{COD out} = 180 \text{ mg/L} \times (100-77)\%$$

$$= 180 \text{ mg/L} \times 23\%$$

$$= 41,62 \text{ mg/L}$$

10. Hasil akhir pengolahan dapat dilihat pada Tabel 5.12

Tabel 5.12 Rekap Kualitas Effluen

| Parameter | Satuan | Kadar Maksimum | Influen | Effluen |
|------------------|--------|----------------|---------|---------|
| BOD5 | mg/l | 30 | 154 | 20 |
| COD | mg/l | 50 | 250 | 41,6 |
| TSS | mg/l | 50 | 250 | 50 |
| Minyak dan Lemak | mg/l | 10 | -* | -* |

Minyak dan lemak tidak diolah menggunakan ABR, untuk menanggulangnya menggunakan perangkat lemak yang dipasang pada masing masing rumah. Begitu juga dengan TSS, bak perangkat lemak juga berperan sebagai perangkat pasir, sehingga diharapkan nilai TSS sudah turun terlebih dahulu.

5.3.2.6 Bak Perangkap Lemak

Asumsi air limbah yang dihasilkan dari kegiatan cuci piring dll sebesar 40 L/o.hr. Maka total satu rumah adalah 200 L/hr (asumsi 1 rumah 5 orang). Didapatkan

$$Q = 200 \text{ L/hr} = 0,2 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$T_d = 1 \text{ hari}$$

$$\text{Vol} = Q \times t_d$$

$$= 0,2 \text{ m}^3/\text{hr} \times 1 \text{ hari}$$

$$= 0,2 \text{ m}^3$$

$$H = 0,6 \text{ m}$$

$$P = L = 0,6 \text{ m}$$

BAB 6

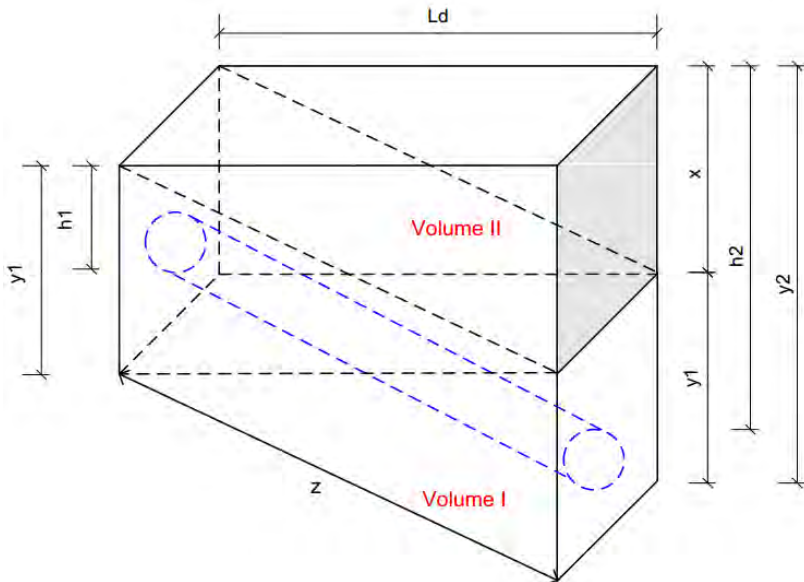
BOQ DAN RAB

6.1 BOQ

Bill of Quantity (BOQ) merupakan salah satu bagian yang harus disajikan dalam kegiatan perencanaan konstruksi. Fungsi BOQ adalah untuk menyajikan perkiraan kuantitas yang diperlukan dalam suatu proyek. Kuantitas yang dimaksud bias berupa barang maupun pekerjaan. BOQ sangat penting sebelum melakukan penyusunan harga.

6.1.1 BOQ Pekerjaan dan Pengadaan Pipa

Jenis pipa yang digunakan pada SPAL Kelurahan Kapasari adalah jenis pipa PVCTipe C. Pipa ini merupakan pipa khusus untuk penyaluran air limbah. Pemilihan pipa ini disesuaikan dengan HSPK Kota Surabaya.



Gambar 6.1 Sketsa Galian Penanaman Pipa Miring

Proses penanaman pipa adalah proses yang mencakup penggalian, pengetesan pipa, hingga mengurug kembali. Sketsa/ilustrasi galian dapat dilihat pada Gambar 6.1. Dari gambar bentuk galian yang direncanakan sepanjang pipa, dapat dihitung Bill Of Quantity (BOQ) untuk galian pipa adalah sebagai berikut:

- D = diameter pipa.
- h = kedalaman penanaman pipa.
- h_1 = kedalaman penanaman pipa awal.
- h_2 = kedalaman penanaman pipa akhir.
- y = kedalaman galian = $h + D + c$.
- y_1 = kedalaman galian awal.
- y_2 = kedalaman galian akhir.
- $x = y_2 - y_1$
- $z = [(y^2) + (L \text{ pipa}^2)]^{1/2}$
- Volume galian I = $[(0,3 \times 2) + D] \times y_1 \times Ld$
- Volume galian II = $\frac{1}{2} [(0,3 \times 2) + D] \times X \times Ld$
- Volume galian total = Volume galian I + Volume galian II
- Volume pipa = $\frac{1}{4} \pi D^2 \times Ld$
- Volume Sisa Tanah Galian = Volume galian total – Volume urugan pasir

6.1.2 BOQ Manhole

Manhole berfungsi untuk mengontrol pipa SPAL ketika tersumbat/mampet. Dimensi manhole disesuaikan agar orang bisa masuk kedalamnya. Penghitungan BOQ Manhole dilakukan serupa dengan menghitung volume penggalian pada penanaman pipa SPAL. Adapun komponen perhitungan volumenya adalah volume galian, volume urugan, volume lantai kerja, volume urugan tanah kembali, volume buangan sisa, dan lain-lain. Hasil perhitungan BOQ manhole dapat dilihat pada Tabel 6.2.

Tabel 6.1 BOQ Penanaman Pipa

| No | Jalur Pipa | Dia (mm) | L pipa (m) | H awal (m) | H akhir (m) | Bongkar Paving (m ²) | Galian (m ³) | Urug Pasir (m ³) | Urug Sirtu (m3) | Urug Kembali (m ³) | Pembuangan Tanah (m ³) | Pasir Paving (m ³) | Pasang Paving (m ²) |
|----|------------|----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------------|-----------------|--------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 1 | B1-B | 100 | 59,7 | 1,000 | 1,328 | 35,8 | 41,7 | 1,8 | 5,4 | 34,1 | 7,6 | 0,7 | 35,8 |
| 2 | B2-B | 100 | 86,3 | 1,000 | 1,518 | 51,8 | 65,2 | 2,6 | 7,8 | 54,2 | 11,0 | 1,0 | 51,8 |
| 3 | B-C | 100 | 47,3 | 1,996 | 2,706 | 28,4 | 66,7 | 1,4 | 4,3 | 60,7 | 6,0 | 0,6 | 28,4 |
| 4 | C1-C | 100 | 86,5 | 1,000 | 1,519 | 51,9 | 65,4 | 2,6 | 7,8 | 54,3 | 11,1 | 1,0 | 51,9 |
| 5 | C2-C | 100 | 43,3 | 1,000 | 1,869 | 26,0 | 37,3 | 1,3 | 3,9 | 31,7 | 5,5 | 0,5 | 26,0 |
| 6 | C-D | 100 | 49,7 | 2,706 | 2,708 | 29,8 | 80,7 | 1,5 | 4,5 | 74,4 | 6,4 | 0,6 | 29,8 |
| 7 | D1-D | 100 | 110,6 | 1,000 | 2,426 | 66,4 | 113,7 | 3,3 | 10,0 | 99,5 | 14,1 | 1,3 | 66,4 |
| 8 | D2-D | 100 | 91,7 | 1,000 | 2,708 | 55,0 | 102,0 | 2,8 | 8,3 | 90,3 | 11,7 | 1,1 | 55,0 |
| 9 | D-E | 100 | 13,5 | 2,708 | 2,708 | 8,1 | 21,9 | 0,4 | 1,2 | 20,2 | 1,7 | 0,2 | 8,1 |
| 10 | E1-E | 100 | 73,2 | 1,000 | 2,262 | 43,9 | 71,6 | 2,2 | 6,6 | 62,3 | 9,4 | 0,9 | 43,9 |
| 11 | E-F | 100 | 35,4 | 2,708 | 2,708 | 21,2 | 57,5 | 1,1 | 3,2 | 53,0 | 4,5 | 0,4 | 21,2 |
| 12 | F1-F | 100 | 87,7 | 1,000 | 1,953 | 52,6 | 77,7 | 2,6 | 7,9 | 66,5 | 11,2 | 1,1 | 52,6 |

| No | Jalur Pipa | Dia (mm) | L pipa (m) | H awal (m) | H akhir (m) | Bongkar Paving (m ²) | Galian (m ³) | Urug Pasir (m ³) | Urug Sirtu (m ³) | Urug Kembali (m ³) | Pembuangan Tanah (m ³) | Pasir Paving (m ³) | Pasang Paving (m ²) |
|----|------------|----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 13 | F2-F | 100 | 73,4 | 1,000 | 1,745 | 44,0 | 60,4 | 2,2 | 6,6 | 51,1 | 9,4 | 0,9 | 44,0 |
| 14 | F-G | 150 | 25,8 | 2,708 | 2,708 | 16,8 | 45,4 | 0,8 | 2,5 | 41,6 | 3,8 | 0,3 | 16,8 |
| 15 | G1-G | 100 | 91,9 | 1,000 | 2,039 | 55,1 | 83,8 | 2,8 | 8,3 | 72,0 | 11,8 | 1,1 | 55,1 |
| 16 | G-H | 150 | 33 | 2,708 | 2,815 | 21,5 | 59,2 | 1,1 | 3,2 | 54,4 | 4,9 | 0,4 | 21,5 |
| 17 | H1-H | 100 | 59,9 | 1,000 | 1,481 | 35,9 | 44,6 | 1,8 | 5,4 | 36,9 | 7,7 | 0,7 | 35,9 |
| 18 | H-I | 150 | 6,3 | 2,815 | 2,815 | 4,1 | 11,5 | 0,2 | 0,6 | 10,6 | 0,9 | 0,1 | 4,1 |
| 19 | J1-J | 100 | 103,4 | 1,000 | 1,895 | 62,0 | 89,8 | 3,1 | 9,3 | 76,6 | 13,2 | 1,2 | 62,0 |
| 20 | J-I | 100 | 46,5 | 1,895 | 2,265 | 27,9 | 58,0 | 1,4 | 4,2 | 52,1 | 5,9 | 0,6 | 27,9 |
| 21 | I-IPAL | 150 | 91,8 | 2,815 | 2,815 | 59,7 | 168,0 | 3,0 | 9,0 | 154,4 | 13,6 | 1,2 | 59,7 |

Tabel 6.2 BOQ Manhole Lurus

| No | Uraian Kegiatan | Satuan | Kuantitas |
|------------|--|----------------|-----------|
| | | | |
| I | PEKERJAAN TANAH | | |
| 1 | Galian Tanah | m ³ | 4,10 |
| 2 | Urugan tanah kembali | m ³ | 0,71 |
| 3 | Urugan Pasir Bawah Pondasi | m ³ | 0,23 |
| 4 | Pembuangan Tanah | m ³ | 3,88 |
| II | PEKERJAAN BETON & PASANGAN | | |
| 1 | Lantai Kerja | m ³ | 0,10 |
| 2 | Plat Lantai t=15cm K-150 | m ³ | 0,25 |
| 3 | Dinding Beton t=15 K-150 | m ³ | 0,72 |
| 4 | Plat Atap t=15cm K-150 | m ³ | 0,12 |
| 5 | Plesteran 1pc:5ps | m ² | 4,00 |
| 6 | Acian | m ² | 4,00 |
| III | PEKERJAAN PERPIPAAN & LAIN-LAIN | | |
| 1 | Wall Pipe Ø 100mm, L= 90cm (outlet) | unit | 1,00 |
| 2 | Tee All Flange Ø 100mm x Ø 100mm | unit | 1,00 |
| 3 | Manhole 60 x 60 plat bordes | unit | 1,00 |
| 4 | Tangga besi stainless steel | unit | 1,00 |
| | | | |

Tabel 6.3 BOQ Drop Manhole Pertigaan

| No | Uraian Kegiatan | Satuan | Kuantitas |
|------------|--|----------------|-----------|
| | | | |
| I | PEKERJAAN TANAH | | |
| 1 | Galian Tanah | m ³ | 8,06 |
| 2 | Urugan tanah kembali | m ³ | 1,58 |
| 3 | Urugan Pasir Bawah Pondasi | m ³ | 0,24 |
| 4 | Pembuangan Tanah | m ³ | 7,83 |
| II | PEKERJAAN BETON & PASANGAN | | |
| 1 | Lantai Kerja | m ³ | 0,10 |
| 2 | Plat Lantai t=15cm K-150 | m ³ | 0,23 |
| 3 | Dinding Beton t=15 K-150 | m ³ | 1,33 |
| 4 | Plat Atap t=15cm K-150 | m ³ | 0,12 |
| 5 | Plesteran 1pc:5ps | m ² | 8,88 |
| 6 | Acian | m ² | 8,88 |
| III | PEKERJAAN PERPIPAAN & LAIN-LAIN | | |
| 1 | Wall Pipe L= 90cm (inlet) | unit | 1,00 |
| 2 | Wall Pipe L= 90cm (outlet) | unit | 1,00 |
| 3 | Drop Pipe Ø 100mm | unit | 1,00 |
| 4 | Tee All Flange Ø 100mm x Ø 100mm | unit | 1,00 |

| No | Uraian Kegiatan | Satuan | Kuantitas |
|----|-----------------------------|--------|-----------|
| 5 | Manhole 60 x 60 plat bordes | unit | 1,00 |
| 6 | Tangga besi stainless steel | unit | 1,00 |
| | | | |

6.1.3 BOQ ABR

BOQ ABR mencakup pekerjaan galian, pekerjaan beton, aksesoris, dll.

Tabel 6.4 BOQ ABR

| NO | URAIAN PEKERJAAN | SATUAN | VOL |
|------------|--|--------|--------|
| | | | |
| I | PEKERJAAN TANAH | | |
| | 1 Galian Tanah | m3 | 180,00 |
| | 2 Urugan Pasir Padat | m3 | 6,75 |
| | 3 Urugan Tanah Kembali | m3 | 60,00 |
| | 4 Buangan Tanah | m3 | 113,25 |
| II | PEKERJAAN BETON & PASANGAN (sesuai spek & gambar) | | |
| | 1 Lantai Kerja camp. 1 : 3 : 5 t= 5 cm | m3 | 3,99 |
| | 2 Plat Lantai t=25 cm Beton Bertulang K225 (kedap air) | m3 | 9,97 |
| | 3 Balok 20/30 Beton Bertulang K225 (kedap air) | m3 | 0,15 |
| | 4 Dinding t=25cm Beton Bertulang K225 (kedap air) | m3 | 29,75 |
| | 5 Beton Dinding Sekat t=25 cm K225 (kedap air) | m3 | 72,66 |
| | 6 Plat Atap Beton Bertulang t= 12 cm K225 (kedap air) | m3 | 5,11 |
| | 7 Kolom 25/25 Beton Bertulang K225 (kedap air) | m3 | 0,47 |
| | 8 Plesteran beton 1:2 | m2 | 226,13 |
| | 9 Acian | m2 | 226,13 |
| | 10 Cat waterproofing | m2 | 226,13 |
| III | PEKERJAAN PERPIPAAN | | |
| A | PIPA INLET | | |
| | 1 Wall Pipe Ø 150mm, L= 90cm | Bh | 1,00 |

| NO | URAIAN PEKERJAAN | SATUAN | VOL |
|-----------|-------------------------------------|--------|------|
| 2 | Bend All Flange 90° Dia. 150 mm | Bh | 1,00 |
| 3 | All Flange Pipe Ø 150mm, L= 4 M | Bh | 1,00 |
| 4 | Flange Las Dia. 150 mm | Bh | 1,00 |
| B | PIPA OUTLET | | |
| 1 | Wall Pipe Ø 150mm, L= 90cm | Bh | 1,00 |
| 2 | Flange Las Dia. 150 mm | Bh | 1,00 |
| 3 | All Flange Pipe Ø 150mm, L= 4 M | Bh | 1,00 |
| 4 | Screen Ø150mm | Bh | 1,00 |
| IV | PEKERJAAN LAIN - LAIN | | |
| 1 | Manhole 60 x 60 plat bordes | unit | 6,00 |
| 2 | Pipa ventilasi dia. Gi 100 mm | bh | 2,00 |
| 3 | Tangga besi stainless steel Ø 19 mm | unit | 6,00 |
| | | | |

6.2 RAB

RAB (Rencana Anggaran Biaya) dihitung dari BOQ yang sudah didapat. Jumlah BOQ tersebut dikalikan dengan harga satuan yang terdapat pada HSPK sehingga didapatkan Rancangan Anggaran Biaya (RAB). Acuan analisis harga satuan menggunakan HSPK Surabaya Tahun 2016. Pada perhitungan ini dihitung juga sub rekap setiap item pekerjaan dan rekap total biaya yang dibutuhkan.

6.2.1 Analisa Harga Satuan

Analisa Harga Satuan(AHS) sering disebut juga dengan HSPK. Pada perencanaan ini akan digunakan HSPK Kota Surabaya Tahun 2016 lebih tepatnya HSPK Perubahan III Tahun 2016. Beberapa pekerjaan yang tidak terdapat pada HSPK akan menggunakan SNI sebagai acuan. Berikut ini HSPK yang digunakan dalam perencanaan ini dapat dilihat pada Tabel 6.5.

Tabel 6.5 HSPK Kota Surabaya Tahun 2016

| NOMOR | URAIAN KEGIATAN | Koef | SATUAN | H.SATUAN | HARGA |
|------------------|--|--------|--------|--------------|---------|
| 24.08.01.12 | Pembongkaran Paving Dipakai Kembali | | m2 | | |
| | Upah: | | | | |
| 23.02.04.01.01.F | Mandor | 0,02 | O.H | 158.000 | 3.160 |
| 23.02.04.01.04.F | Pembantu Tukang | 0,04 | O.H | 110.000 | 4.400 |
| | | | | Jumlah: | 7.560 |
| | | | | Nilai HSPK : | 7.560 |
| 24.01.02.07 | Penggalan Tanah Biasa untuk Konstruksi | | m3 | | |
| | Upah: | | | | |
| 23.02.04.01.01.F | Mandor | 0,0250 | O.H | 158.000 | 3.950 |
| 23.02.04.01.04.F | Pembantu Tukang | 0,7500 | O.H | 110.000 | 82.500 |
| | | | | Jumlah: | 86.450 |
| | | | | Nilai HSPK : | 86.450 |
| 24.01.02.15 | Pengurangan Pasir (PADAT) | | m3 | | |
| | Upah: | | | | |
| 23.02.04.01.01.F | Mandor | 0,010 | O.H | 158.000 | 1.580 |
| 23.02.04.01.04.F | Pembantu Tukang | 0,3 | O.H | 110.000 | 33.000 |
| | | | | Jumlah: | 34.580 |
| | Bahan: | | | | |
| 20.01.01.04.01.F | Pasir Urug | 1,20 | M3 | 150.200 | 180.240 |
| | | | | Jumlah: | 180.240 |
| | | | | Nilai HSPK : | 214.820 |
| 24.01.02.13 | Urukan Tanah Kembali | | m3 | | |
| | Konstruksi | | | | |

| NOMOR | URAIAN KEGIATAN | Koef | SATUAN | H.SATUAN | HARGA |
|---------------------|----------------------------------|--------|--------|--------------|------------|
| | Upah: | | | | |
| 23.02.04.01.01.F | Mandor | 0,02 | O.H | 158.000 | 3.002 |
| 23.02.04.01.04.F | Pembantu Tukang | 0,10 | O.H | 110.000 | 11.220 |
| | | | | Jumlah: | 14.222 |
| 24.01.02.16 | Pengurungan Sirtu (PADAT) | | m3 | Nilai HSPK : | 14.222 |
| | Upah: | | | | |
| 23.02.04.01.01.F | Mandor | 0,03 | O.H | 158.000 | 3.950 |
| 23.02.04.01.04.F | Pembantu Tukang | 0,25 | O.H | 110.000 | 27.500 |
| | | | | Jumlah: | 31.450 |
| | Bahan: | | | | |
| 20.01.01.04.05.F | Sirtu | 1,20 | M3 | 163.300 | 195.960 |
| | | | | Jumlah: | 195.960 |
| | Sewa Peralatan : | | | | |
| 23.02.05.11.06.12.F | Sewa Stemper | 0,0088 | Jam | 109.400 | 962.72 |
| | | | | Jumlah: | 962.72 |
| 24.01.02.06 | Pengangkutan Tanah keluar Proyek | | m3 | Nilai HSPK : | 228.372,72 |
| | Upah: | | | | |
| 23.02.04.01.04.F | Pembantu Tukang | 0,25 | O.H | 110.000 | 27.500 |
| | | | | Jumlah: | 27.500 |
| | Sewa Peralatan: | | | | |
| 23.02.05.09.04.03.F | Sewa Dump Truk 5 Ton | 0,25 | jam | 69.200 | 17.300 |
| | | | | Jumlah: | 17.300 |
| | | | | Nilai HSPK : | 44.800 |

| NOMOR | URAIAN KEGIATAN | Koef | SATUAN | H.SATUAN | HARGA |
|---------------------|--|-------|--------|--------------|-----------|
| 24.07.03.16 | Pemasangan Pipa Air Kotor diameter 4" | | m | | |
| | Upah: | | | | |
| 23.02.04.01.04.F | Pekerja | 0,221 | Or Hr | 110.000 | 24310,0 |
| 23.02.04.01.01.F | Mandor | 0,03 | Or Hr | 158.000 | 4740,0 |
| 23.02.04.01.03.F | Tukang | 0,205 | Or Hr | 121.000 | 24805,0 |
| | | | | Jumlah 4m | 53855,0 |
| | | | | Jumlah m' | 13463,8 |
| | Bahan: | | | | |
| 20.05.01.02.02.04.F | Pipa Plastik PVC Tipe C Uk. 4 inchi Pj.4m | 0,3 | Batang | 93100 | 27930,0 |
| 20.05.01.02.02.04.F | Pipa Plastik PVC Tipe C Uk. 4 inchi Pj.4m | 0,105 | Batang | 93100 | 9775,5 |
| | | | | Jumlah | 37705,5 |
| | | | | Nilai HSPK : | 51169,3 |
| 24.07.03.16 | Pemasangan Pipa Air Kotor diameter 6" | | m | | |
| | Upah: | | | | |
| 23.02.04.01.04.F | Pekerja | 0,221 | Or Hr | 110.000 | 24310,0 |
| 23.02.04.01.01.F | Mandor | 0,03 | Or Hr | 158.000 | 4740,0 |
| 23.02.04.01.03.F | Tukang | 0,205 | Or Hr | 121.000 | 24805,0 |
| | | | | Jumlah 6m | 53855,0 |
| | | | | Jumlah m' | 8975,8 |
| | Bahan: | | | | |
| 20.05.01.02.02.06.F | Pipa Plastik PVC Tipe C Uk. 6 inchi Pj.6mt | 0,3 | Batang | 554.900,0 | 166.470 |
| 20.05.01.02.02.06.F | Pipa Plastik PVC Tipe C Uk. 6 inchi Pj.6mt | 0,105 | Batang | 554.900,0 | 58.264,50 |
| | | | | Jumlah | 224.735 |
| | | | | Nilai HSPK : | 233710,3 |
| Sup SNI 2007 | pengangkakan Pipa Ø 50 - 100 (6 m') | | | | |

| NOMOR | URAIAN KEGIATAN | Koef | SATUAN | H.SATUAN | HARGA |
|------------------|--------------------------------------|--------|--------|--------------|--------|
| | UPAH | | | | |
| 23.02.04.01.04.F | Pekerja | Or Hr | 0,134 | 110.000 | 14740 |
| 23.02.04.01.01.F | Mandor | Or Hr | 0,067 | 158.000 | 10586 |
| | | | | Jumlah | 25326 |
| | | | | Nilai HSPK : | 4221 |
| Sup SNI 2007 | pengangkutan Pipa Ø 150 - 200 (6 m') | | | | |
| | UPAH | | | | |
| 23.02.04.01.04.F | Pekerja | Or Hr | 0,168 | 110.000 | 18480 |
| 23.02.04.01.01.F | Mandor | Or Hr | 0,168 | 158.000 | 26544 |
| | | | | Jumlah | 45024 |
| | | | | Nilai HSPK : | 7504 |
| Pendekatan | Pengetesan Pipa | | | | |
| | BAHAN | | | | |
| | Air | 0,0365 | M3 | 2800 | 102,2 |
| | Sewa alat test | 0,0003 | Jam | 34.000 | 10,2 |
| | UPAH | | | | |
| 23.02.04.01.04.F | Pekerja | 0,02 | OH | 110.000 | 2200,0 |
| 23.02.04.01.03.F | Tukang | 0,02 | OH | 121.000 | 2420,0 |
| | Kepala Tukang | 0,002 | OH | 148000 | 296,0 |
| | Operator | 0,0019 | OH | 100000 | 190,0 |
| 23.02.04.01.01.F | Mandor | 0,001 | OH | 158.000 | 158,0 |
| | | | | Nilai HSPK : | 5376,4 |
| 24.01.02.21 | Pengurugan Pasir Untuk Paving | | m3 | | |
| | Upah: | | | | |
| 23.02.04.01.01.F | Mandor | 0,0100 | O.H | 158.000 | 1.580 |

| NOMOR | URAIAN KEGIATAN | Koef | SATUAN | H.SATUAN | HARGA |
|---------------------|---|----------|--------|--------------|--------|
| 23.02.04.01.04.F | Pembantu Tukang | 0,3000 | O.H | 110.000 | 33.000 |
| | | | | Nilai HSPK : | 34.580 |
| 24.08.01.02 | Pemasangan Paving Stone (Blok) Tbl.6 cm | | m2 | | |
| | Merah Empat Persegi Panjang | | | | |
| | Upah: | | | | |
| 23.02.04.01.01.F | Mandor | 0,025 | OH | 158.000 | 3.950 |
| 23.02.04.01.02.F | Kepala Tukang | 0,025 | OH | 148.000 | 3.700 |
| 23.02.04.01.03.F | Tukang | 0,05 | OH | 121.000 | 6.050 |
| 23.02.04.01.04.F | Pembantu Tukang | 0,05 | OH | 110.000 | 5.500 |
| | | | | Nilai HSPK : | 19.200 |
| 24.03.01.04 | Lantai Kerja K-100 | | m3 | | |
| | Upah: | | | | |
| 23.02.04.01.01.F | Mandor | 0,06 | OH | 158000 | 9480 |
| 23.02.04.01.02.F | Kepala Tukang Batu | 0,02 | OH | 148000 | 2960 |
| 23.02.04.01.03.F | Tukang batu | 0,2 | OH | 121000 | 24200 |
| 23.02.04.01.04.F | Pembantu Tukang | 1,2 | OH | 110000 | 132000 |
| | | | | Jumlah | 168640 |
| | Bahan: | | | | |
| 20.01.01.02.01.F | Semen PC 40 Kg | 5,75 | Zak | 60700 | 349025 |
| 20.01.01.04.04.F | Pasir Cor | 0,558125 | m3 | 243.000 | 135624 |
| 20.01.01.05.04.01.F | Batu Pecah Mesin 1/2 cm | 0,54 | m3 | 487.900 | 263466 |
| 23.02.02.02.01.F | Air Kerja | 215 | Liter | 28 | 6020 |
| | | | | Jumlah | 754135 |
| | | | | Nilai HSPK : | 923032 |
| 24.03.01.03 | Pekerjaan Beton K-150 | | m3 | | |

| NOMOR | URAIAN KEGIATAN | Koef | SATUAN | H.SATUAN | HARGA |
|---------------------|--|--------|--------|--------------|-----------|
| | Upah: | | | | |
| 23.02.04.01.01.F | Mandor | 0,083 | OH | 158.000 | 13114 |
| 23.02.04.01.02.F | Kepala Tukang Batu | 0,028 | OH | 148000 | 4144 |
| 23.02.04.01.03.F | Tukang batu | 0,275 | OH | 121000 | 33275 |
| 23.02.04.01.04.F | Pembantu Tukang | 1,65 | OH | 110000 | 181500 |
| | | | | Jumlah | 232033 |
| | Bahan: | | | | |
| 20.01.01.02.01.F | Semen PC 40 Kg | 7,475 | Zak | 60700 | 453733 |
| 20.01.01.04.04.F | Pasir Cor | 0,494 | m3 | 243.000 | 119981 |
| 20.01.01.05.04.01.F | Batu Pecah Mesin 1/2 cm | 0,535 | m3 | 487.900 | 261155 |
| 23.02.02.02.01.F | Air Kerja | 215 | Liter | 28 | 6020 |
| | | | | Jumlah | 842.255 |
| | | | | Nilai HSPK | 1.074.288 |
| 24.04.01.17 | Plesteran Halus 1 Pc : 5 Ps tebal 1.5 cm | | m2 | | |
| | Upah: | | | | |
| 23.02.04.01.01.F | Mandor | 0,0150 | O.H | 158.000 | 2.370 |
| 23.02.04.01.02.F | Kepala Tukang Batu | 0,0150 | O.H | 148.000 | 2.220 |
| 23.02.04.01.03.F | Tukang Batu | 0,1500 | O.H | 121.000 | 18.150 |
| 23.02.04.01.04.F | Pembantu Tukang | 0,3000 | O.H | 110.000 | 33.000 |
| | | | | Jumlah: | 55.740 |
| | Bahan: | | | | |
| 20.01.01.02.02.F | Semen PC 50 Kg | 0,1037 | Zak | 69.100 | 7.164.29 |
| 20.01.01.04.03.F | Pasir Pasang | 0,0260 | M3 | 225.100 | 5.852.60 |
| | | | | Jumlah: | 13.016.89 |
| | | | | Nilai HSPK : | 68.756,89 |

| NOMOR | URAIAN KEGIATAN | Koef | SATUAN | H.SATUAN | HARGA |
|------------------|---|--------|--------|--------------|--------------|
| 24.04.01.21 | Pekerjaan Acian | | m2 | | |
| | Upah: | | | | |
| 23.02.04.01.01.F | Mandor | 0,01 | 00 O.H | 158.000 | 1.580 |
| 23.02.04.01.02.F | Kepala Tukang Batu | 0,01 | 00 O.H | 148.000 | 1.480 |
| 23.02.04.01.03.F | Tukang Batu | 0,10 | 00 O.H | 121.000 | 12.100 |
| 23.02.04.01.04.F | Pembantu Tukang | 0,20 | 00 O.H | 110.000 | 22.000 |
| | | | | Jumlah: | 37.160 |
| | Bahan: | | | | |
| 20.01.01.02.02.F | Semen PC 50 Kg | 0,0650 | Zak | 69.100 | 4.491.50 |
| | | | | Jumlah: | 4.491.50 |
| | | | | Nilai HSPK : | 41.651,50 |
| 24.07.03.08 | Pek Plat Tutup Beton (1 Pc : 2 Ps : 3 Kr) | m3 | | | |
| | Upah: | | | | |
| 24.03.01.07 | Pekerjaan Beton K-225 | 1 | m3 | 1,175,912.83 | 1,175,912.83 |
| 24.03.01.14 | Pekerjaan Pembesian (polos/ulir) | 100 | kg | 15,291.30 | 1,529,130.00 |
| 24.03.01.20 | Pekerjaan Bekisting Lantai | 1,2 | m2 | 383,646.50 | 460,375.80 |
| | | | | Jumlah: | 3,165,418.63 |
| | | | | Nilai HSPK : | 3,165,418.63 |
| 24.03.01.25 | Pekerjaan Balok Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting) | | m3 | | |
| | Upah: | | | | |
| 23.02.04.01.01.F | Mandor | 0,318 | O.H | 158.000 | 50.244 |
| 23.02.04.01.02.F | Kepala Tukang Besi | 0,333 | O.H | 148.000 | 49.284 |
| 23.02.04.01.03.F | Tukang Besi | 1,4 | O.H | 121.000 | 169.400 |
| 23.02.04.01.03.F | Tukang Batu | 0,275 | O.H | 121.000 | 33.275 |

| NOMOR | URAIAN KEGIATAN | Koef | SATUAN | H.SATUAN | HARGA |
|---------------------|---|-------|--------|---------------|-----------|
| 23.02.04.01.03.F | Tukang Kayu | 1,65 | O.H | 121.000 | 199.650 |
| 23.02.04.01.04.F | Pembantu Tukang | 6,35 | O.H | 110.000 | 698.500 |
| | | | | Jumlah: | 1.200.353 |
| | Bahan: | | | | |
| 20.01.01.02.01.F | Semen PC 40 Kg | 8,4 | Zak | 60.700 | 509.880 |
| 20.01.01.04.04.F | Pasir Cor | 0,54 | M3 | 243.000 | 131.220 |
| 20.01.01.05.04.01.F | Batu Pecah Mesin 1/2 cm | 0,81 | M3 | 487.900 | 395.199 |
| 20.01.01.09.01.01.F | Besi Beton Polos | 210 | Kg | 12.500 | 2.625.000 |
| 20.01.01.28.04.04.F | Paku Usuk | 3,2 | Kg | 19.800 | 63.360 |
| 20.01.01.34.02.F | Plywood Uk .122x 244 x 9 mm | 2,8 | Lembar | 121.400 | 339.920 |
| 20.01.01.35.01.01.F | Kawat Beton | 3 | Kg | 25.500 | 76.500 |
| 20.01.01.43.04.05.F | Kayu Meranti Bekisting | 0,32 | M3 | 3.350.400 | 1.072.128 |
| 20.01.01.43.04.07.F | Kayu Meranti Balok 4/6, 5/7 | 0,14 | M3 | 4.711.500 | 659.610 |
| 20.01.02.01.03.F | Minyak Bekisting | 1,6 | Liter | 29.600 | 47.360 |
| | | | | Jumlah: | 5.920.177 |
| | | | | Nilai HSPK : | 7.120.530 |
| 24.03.01.28 | Pekerjaan Dinding Beton Bertulang (150 kg besi + Bekisting) | | m3 | SNI 7394:2008 | |
| | Upah: | | | (6.33) | |
| 23.02.04.01.01.F | Mandor | 0,265 | O.H | 158.000 | 41.870 |
| 23.02.04.01.02.F | Kepala Tukang Besi | 0,262 | O.H | 148.000 | 38.776 |
| 23.02.04.01.03.F | Tukang Besi | 1,05 | O.H | 121.000 | 127.050 |
| 23.02.04.01.03.F | Tukang Batu | 0,275 | O.H | 121.000 | 33.275 |
| 23.02.04.01.03.F | Tukang Kayu | 1,3 | O.H | 121.000 | 157.300 |
| 23.02.04.01.04.F | Pembantu Tukang | 5,3 | O.H | 110.000 | 583.000 |

| NOMOR | URAIAN KEGIATAN | Koef | SATUAN | H.SATUAN | HARGA |
|---------------------|---|-------|--------|--------------|-----------|
| | | | | Jumlah: | 981.271 |
| | Bahan: | | | | |
| 20.01.01.02.01.F | Semen PC 40 Kg | 8,4 | Zak | 60.700 | 509.880 |
| 20.01.01.04.04.F | Pasir Cor | 0,54 | M3 | 243.000 | 131.220 |
| 20.01.01.05.04.01.F | Batu Pecah Mesin 1/2 cm | 0,81 | M3 | 487.900 | 395.199 |
| 20.01.01.09.01.01.F | Besi Beton Polos | 157,5 | Kg | 12.500 | 1.968.750 |
| 20.01.01.28.04.04.F | Paku Usuk | 3,2 | Kg | 19.800 | 63.360 |
| 20.01.01.34.02.F | Plywood Uk .122x 244 x 9 mm | 2,8 | Lembar | 121.400 | 339.920 |
| 20.01.01.35.01.01.F | Kawat Beton | 2,25 | Kg | 25.500 | 57.375 |
| 20.01.01.43.04.05.F | Kayu Meranti Bekisting | 0,24 | M3 | 3.350.400 | 804.096 |
| 20.01.01.43.04.07.F | Kayu Meranti Balok 4/6, 5/7 | 0,16 | M3 | 4.711.500 | 753.840 |
| 20.01.02.01.03.F | Minyak Bekisting | 1,6 | Liter | 29.600 | 47.360 |
| | | | | Jumlah: | 5.071.000 |
| | | | | Nilai HSPK : | 6.052.271 |
| 24.03.01.26 | Pek Kolom Beton Bertulang (150 kg besi + Bekisting) | | m3 | | |
| | Upah: | | | | |
| 23.02.04.01.01.F | Mandor | 0,255 | O.H | 158.000 | 41.870 |
| 23.02.04.01.02.F | Kepala Tukang Besi | 0,255 | O.H | 148.000 | 39.220 |
| 23.02.04.01.03.F | Tukang Besi | 1,05 | O.H | 121.000 | 127.050 |
| 23.02.04.01.03.F | Tukang Batu | 0,275 | O.H | 121.000 | 33.275 |
| 23.02.04.01.03.F | Tukang Kayu | 1,3 | O.H | 121.000 | 157.300 |
| 23.02.04.01.04.F | Pembantu Tukang | 5,3 | O.H | 110.000 | 583.000 |
| | | | | Jumlah: | 981.715 |
| | Bahan: | | | | |
| 20.01.01.02.01.F | Semen PC 40 Kg | 8,4 | Zak | 60.700 | 509.880 |

| NOMOR | URAIAN KEGIATAN | Koef | SATUAN | H.SATUAN | HARGA |
|---------------------|---|-------|-----------|--------------|------------------|
| 20.01.01.04.04.F | Pasir Cor | 0,54 | M3 | 243.000 | 131.220 |
| 20.01.01.05.04.01.F | Batu Pecah Mesin 1/2 cm | 0,81 | M3 | 487.900 | 395.199 |
| 20.01.01.09.01.01.F | Besi Beton Polos | 157,5 | Kg | 12.500 | 1.968.750 |
| 20.01.01.28.04.04.F | Paku Usuk | 3,2 | Kg | 19.800 | 63.360 |
| 20.01.01.34.02.F | Plywood Uk .122x 244 x 9 mm | 2,8 | Lembar | 121.400 | 339.920 |
| 20.01.01.35.01.01.F | Kawat Beton | 2,25 | Kg | 25.500 | 57.375 |
| 20.01.01.43.04.05.F | Kayu Meranti Bekisting | 0,32 | M3 | 3.350.400 | 1.072.128 |
| 20.01.01.43.04.07.F | Kayu Meranti Balok 4/6, 5/7 | 0,12 | M3 | 4.711.500 | 565.380 |
| 20.01.02.01.03.F | Minyak Bekisting | 1,6 | Liter | 29.600 | 47.360 |
| | | | | Jumlah: | 5.150.572 |
| | | | | Nilai HSPK : | 6.132.287 |
| SNI | Plesteran 1 PC : 2 PP, Tebal 15 mm | | m2 | DT91 | 0010-2007 |
| | BAHAN | | | | |
| 1 | Semen PC | Kg | 10,224 | 2.428 | 24.824 |
| 2 | Pasir Pasang | m3 | 0,02 | 25.500 | 510 |
| | UPAH | | | | |
| 1 | Pekerja | OH | 0,3 | 487.900 | 146.370 |
| 2 | Tukang Batu | OH | 0,15 | 243.000 | 36.450 |
| 3 | Kepala Tukang | OH | 0,015 | 60.700 | 911 |
| 4 | Mandor | OH | 0,015 | - | - |
| | | | | Nilai HSPK : | 209.064 |

6.2.2 RAB Penggalian dan Pengadaan Pipa

Berikut ini hasil perhitungan RAB Pipa sesuai dengan perhitungan BOQ dan harga satuan dapat dilihat pada Tabel 6.6 hingga Tabel 6.24.

Tabel 6.6 RAB Pipa B1-B

| Dia. Pipa (mm) | Uraian Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan (Rp) | Jumlah Harga (Rp) |
|------------------|------------------------|----------------|--------|---------------------|---------------------|
| PVC ø | - Pembongkaran Paving | M ² | 35,8 | 7.560 | 270.799 |
| 100 | - Galian | M ³ | 41,7 | 86.450 | 3.604.054 |
| B1-B | - Urugan Pasir | M ³ | 1,8 | 214.820 | 384.743 |
| | - Urugan Tanah Kembali | M ³ | 34,1 | 14.222 | 484.350 |
| | - Urugan Sirtu | M ³ | 5,4 | 228.373 | 1.227.047 |
| | - Pembuangan Tanah | M ³ | 7,6 | 44.800 | 341.962 |
| | - Pemasangan Pipa | M' | 59,7 | 46.681 | 2.786.876 |
| | - Pengangkutan Pipa | M' | 86,3 | 4.221 | 364.272 |
| | - Pengetesan Pipa | M' | 47,3 | 5.376 | 254.304 |
| | - Pasir Paving | M ³ | 0,7 | 34.580 | 24.773 |
| | - Pemasangan Paving | M ² | 35,8 | 19.200 | 687.744 |
| | | | | | |
| Jumlah | | | | | 10.430.923 |
| Pembulatan | | | | | 10.430.900 |

Tabel 6.7 RAB Pipa B2-B

| Dia. Pipa (mm) | Uraian Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan (Rp) | Jumlah Harga (Rp) |
|------------------|------------------------|----------------|--------|---------------------|---------------------|
| PVC ø | - Pembongkaran Paving | M ² | 51,8 | 7.560 | 391.457 |
| 100 | - Galian | M ³ | 65,2 | 86.450 | 5.635.316 |
| B2-B | - Urugan Pasir | M ³ | 2,6 | 214.820 | 556.169 |
| | - Urugan Tanah Kembali | M ³ | 54,2 | 14.222 | 770.146 |
| | - Urugan Sirtu | M ³ | 7,8 | 228.373 | 1.773.771 |
| | - Pembuangan Tanah | M ³ | 11,0 | 44.800 | 494.326 |
| | - Pemasangan Pipa | M' | 86,3 | 46.681 | 4.028.599 |
| | - Pengangkutan Pipa | M' | 86,3 | 4.221 | 364.272 |
| | - Pengetesan Pipa | M' | 86,3 | 5.376 | 463.983 |
| | - Pasir Paving | M ³ | 1,0 | 34.580 | 35.811 |
| | - Pemasangan Paving | M ² | 51,8 | 19.200 | 994.176 |
| | | | | | |
| Jumlah | | | | | 15.508.027 |
| Pembulatan | | | | | 15.508.000 |

Tabel 6.8 RAB Pipa B-C

| Dia. Pipa (mm) | Uraian Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan (Rp) | Jumlah Harga (Rp) |
|------------------|------------------------|----------------|--------|---------------------|---------------------|
| PVC ø | - Pembongkaran Paving | M ² | 28,4 | 7.560 | 214.553 |
| 100 | - Galian | M ³ | 66,7 | 86.450 | 5.768.456 |
| B-C | - Urugan Pasir | M ³ | 1,4 | 214.820 | 304.830 |
| | - Urugan Tanah Kembali | M ³ | 60,7 | 14.222 | 862.966 |
| | - Urugan Sirtu | M ³ | 4,3 | 228.373 | 972.183 |
| | - Pembuangan Tanah | M ³ | 6,0 | 44.800 | 270.934 |

| Dia. Pipa (mm) | Uraian Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan (Rp) | Jumlah Harga (Rp) |
|------------------|---------------------|----------------|--------|---------------------|---------------------|
| | - Pemasangan Pipa | M' | 47,3 | 46.681 | 2.208.027 |
| | - Pengangkutan Pipa | M' | 47,3 | 4.221 | 199.653 |
| | - Pengetesan Pipa | M' | 47,3 | 5.376 | 254.304 |
| | - Pasir Paving | M ³ | 0,6 | 34.580 | 19.628 |
| | - Pemasangan Paving | M ² | 28,4 | 19.200 | 544.896 |
| | | | | | |
| | | Jumlah | | | 11.620.429 |
| | | Pembulatan | | | 11.620.400 |

Tabel 6.9 RAB Pipa C1-C

| Dia. Pipa (mm) | Uraian Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan (Rp) | Jumlah Harga (Rp) |
|------------------|------------------------|----------------|--------|---------------------|---------------------|
| PVC ø | - Pembongkaran Paving | M ² | 51,9 | 7.560 | 392.364 |
| 100 | - Galian | M ³ | 65,4 | 86.450 | 5.651.068 |
| C1-C | - Urugan Pasir | M ³ | 2,6 | 214.820 | 557.458 |
| | - Urugan Tanah Kembali | M ³ | 54,3 | 14.222 | 772.374 |
| | - Urugan Sirtu | M ³ | 7,8 | 228.373 | 1.777.882 |
| | - Pembuangan Tanah | M ³ | 11,1 | 44.800 | 495.472 |
| | - Pemasangan Pipa | M' | 86,5 | 46.681 | 4.037.935 |
| | - Pengangkutan Pipa | M' | 86,5 | 4.221 | 365.117 |
| | - Pengetesan Pipa | M' | 86,5 | 5.376 | 465.059 |
| | - Pasir Paving | M ³ | 1,0 | 34.580 | 35.894 |
| | - Pemasangan Paving | M ² | 51,9 | 19.200 | 996.480 |
| | | | | | |
| | | Jumlah | | | 15.547.102 |
| | | Pembulatan | | | 15.547.100 |

Tabel 6.10 RAB Pipa C2-C

| Dia. Pipa (mm) | Uraian Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan (Rp) | Jumlah Harga (Rp) |
|------------------|------------------------|----------------|--------|---------------------|---------------------|
| PVC ø | - Pembongkaran Paving | M ² | 26,0 | 7.560 | 196.409 |
| 100 | - Galian | M ³ | 37,3 | 86.450 | 3.222.295 |
| C2-C | - Urugan Pasir | M ³ | 1,3 | 214.820 | 279.051 |
| | - Urugan Tanah Kembali | M ³ | 31,7 | 14.222 | 451.368 |
| | - Urugan Sirtu | M ³ | 3,9 | 228.373 | 889.968 |
| | - Pembuangan Tanah | M ³ | 5,5 | 44.800 | 248.022 |
| | - Pemasangan Pipa | M' | 43,3 | 46.681 | 2.021.302 |
| | - Pengangkutan Pipa | M' | 43,3 | 4.221 | 182.769 |
| | - Pengetesan Pipa | M' | 43,3 | 5.376 | 232.798 |
| | - Pasir Paving | M ³ | 0,5 | 34.580 | 17.968 |
| | - Pemasangan Paving | M ² | 26,0 | 19.200 | 498.816 |
| | | | | | |
| | | Jumlah | | | 8.240.766 |
| | | Pembulatan | | | 8.240.700 |

Tabel 6.11 RAB Pipa C-D

| Dia. Pipa (mm) | Uraian Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan (Rp) | Jumlah Harga (Rp) |
|---------------------|------------------------|----------------|--------|------------------------|------------------------|
| PVC Ø | - Pembongkaran Paving | M ² | 29,8 | 7.560 | 225.439 |
| 100 | - Galian | M ³ | 80,7 | 86.450 | 6.979.589 |
| C-D | - Urugan Pasir | M ³ | 1,5 | 214.820 | 320.297 |
| | - Urugan Tanah Kembali | M ³ | 74,4 | 14.222 | 1.057.847 |
| | - Urugan Sirtu | M ³ | 4,5 | 228.373 | 1.021.511 |
| | - Pembuangan Tanah | M ³ | 6,4 | 44.800 | 284.682 |
| | - Pemasangan Pipa | M' | 49,7 | 46.681 | 2.320.062 |
| | - Pengangkutan Pipa | M' | 49,7 | 4.221 | 209.784 |
| | - Pengetesan Pipa | M' | 49,7 | 5.376 | 267.207 |
| | - Pasir Paving | M ³ | 0,6 | 34.580 | 20.624 |
| | - Pemasangan Paving | M ² | 29,8 | 19.200 | 572.544 |
| Jumlah | | | | | 13.279.586 |
| Pembulatan | | | | | 13.279.500 |

Tabel 6.12 RAB Pipa D1-D

| Dia. Pipa (mm) | Uraian Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan (Rp) | Jumlah Harga (Rp) |
|---------------------|------------------------|----------------|--------|------------------------|------------------------|
| PVC Ø | - Pembongkaran Paving | M ² | 66,4 | 7.560 | 501.682 |
| 100 | - Galian | M ³ | 113,7 | 86.450 | 9.826.029 |
| D1-D | - Urugan Pasir | M ³ | 3,3 | 214.820 | 712.773 |
| | - Urugan Tanah Kembali | M ³ | 99,5 | 14.222 | 1.415.379 |
| | - Urugan Sirtu | M ³ | 10,0 | 228.373 | 2.273.222 |
| | - Pembuangan Tanah | M ³ | 14,1 | 44.800 | 633.517 |
| | - Pemasangan Pipa | M' | 110,6 | 46.681 | 5.162.955 |
| | - Pengangkutan Pipa | M' | 110,6 | 4.221 | 466.843 |
| | - Pengetesan Pipa | M' | 110,6 | 5.376 | 594.630 |
| | - Pasir Paving | M ³ | 1,3 | 34.580 | 45.895 |
| | - Pemasangan Paving | M ² | 66,4 | 19.200 | 1.274.112 |
| Jumlah | | | | | 22.907.036 |
| Pembulatan | | | | | 22.907.000 |

Tabel 6.13 RAB Pipa D2-D

| Dia. Pipa (mm) | Uraian Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan (Rp) | Jumlah Harga (Rp) |
|---------------------|------------------------|----------------|--------|------------------------|------------------------|
| PVC Ø | - Pembongkaran Paving | M ² | 55,0 | 7.560 | 415.951 |
| 100 | - Galian | M ³ | 102,0 | 86.450 | 8.819.558 |
| D2-D | - Urugan Pasir | M ³ | 2,8 | 214.820 | 590.970 |
| | - Urugan Tanah Kembali | M ³ | 90,3 | 14.222 | 1.284.171 |
| | - Urugan Sirtu | M ³ | 8,3 | 228.373 | 1.884.760 |
| | - Pembuangan Tanah | M ³ | 11,7 | 44.800 | 525.258 |
| | - Pemasangan Pipa | M' | 91,7 | 46.681 | 4.280.678 |
| | - Pengangkutan Pipa | M' | 91,7 | 4.221 | 387.066 |
| | - Pengetesan Pipa | M' | 91,7 | 5.376 | 493.016 |
| | - Pasir Paving | M ³ | 1,1 | 34.580 | 38.052 |
| | - Pemasangan Paving | M ² | 55,0 | 19.200 | 1.056.384 |

| Dia. Pipa (mm) | Uraian Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan (Rp) | Jumlah Harga (Rp) |
|---------------------|------------------|------------|--------|------------------------|------------------------|
| | | | | | |
| | | Jumlah | | | 19.775.864 |
| | | Pembulatan | | | 19.775.800 |

Tabel 6.14 RAB Pipa D-E

| Dia. Pipa (mm) | Uraian Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan (Rp) | Jumlah Harga (Rp) |
|---------------------|------------------------|----------------|--------|------------------------|------------------------|
| PVC ø | - Pembongkaran Paving | M ² | 8,1 | 7.560 | 61.236 |
| 100 | - Galian | M ³ | 21,9 | 86.450 | 1.896.572 |
| D-E | - Urugan Pasir | M ³ | 0,4 | 214.820 | 87.002 |
| | - Urugan Tanah Kembali | M ³ | 20,2 | 14.222 | 287.459 |
| | - Urugan Sirtu | M ³ | 1,2 | 228.373 | 277.473 |
| | - Pembuangan Tanah | M ³ | 1,7 | 44.800 | 77.328 |
| | - Pemasangan Pipa | M' | 13,5 | 46.681 | 630.198 |
| | - Pengangkutan Pipa | M' | 13,5 | 4.221 | 56.984 |
| | - Pengetesan Pipa | M' | 13,5 | 5.376 | 72.581 |
| | - Pasir Paving | M ³ | 0,2 | 34.580 | 5.602 |
| | - Pemasangan Paving | M ² | 8,1 | 19.200 | 155.520 |
| | | | | | |
| | | Jumlah | | | 3.607.955 |
| | | Pembulatan | | | 3.607.900 |

Tabel 6.15 RAB Pipa E1-E

| Dia. Pipa (mm) | Uraian Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan (Rp) | Jumlah Harga (Rp) |
|---------------------|------------------------|----------------|--------|------------------------|------------------------|
| PVC ø | - Pembongkaran Paving | M ² | 43,9 | 7.560 | 332.035 |
| 100 | - Galian | M ³ | 71,6 | 86.450 | 6.193.022 |
| E1-E | - Urugan Pasir | M ³ | 2,2 | 214.820 | 471.745 |
| | - Urugan Tanah Kembali | M ³ | 62,3 | 14.222 | 885.716 |
| | - Urugan Sirtu | M ³ | 6,6 | 228.373 | 1.504.519 |
| | - Pembuangan Tanah | M ³ | 9,4 | 44.800 | 419.290 |
| | - Pemasangan Pipa | M' | 73,2 | 46.681 | 3.417.074 |
| | - Pengangkutan Pipa | M' | 73,2 | 4.221 | 308.977 |
| | - Pengetesan Pipa | M' | 73,2 | 5.376 | 393.552 |
| | - Pasir Paving | M ³ | 0,9 | 34.580 | 30.375 |
| | - Pemasangan Paving | M ² | 43,9 | 19.200 | 843.264 |
| | | | | | |
| | | Jumlah | | | 14.799.569 |
| | | Pembulatan | | | 14.799.500 |

Tabel 6.16 RAB Pipa E-F

| Dia. Pipa (mm) | Uraian Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan (Rp) | Jumlah Harga (Rp) |
|---------------------|------------------------|----------------|--------|------------------------|------------------------|
| PVC ø | - Pembongkaran Paving | M ² | 21,2 | 7.560 | 160.574 |
| 100 | - Galian | M ³ | 57,5 | 86.450 | 4.973.232 |
| E-F | - Urugan Pasir | M ³ | 1,1 | 214.820 | 228.139 |
| | - Urugan Tanah Kembali | M ³ | 53,0 | 14.222 | 753.782 |
| | - Urugan Sirtu | M ³ | 3,2 | 228.373 | 727.595 |

| Dia. Pipa (mm) | Uraian Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan (Rp) | Jumlah Harga (Rp) |
|---------------------|---------------------|----------------|--------|------------------------|------------------------|
| | - Pembuangan Tanah | M ³ | 4,5 | 44.800 | 202.771 |
| | - Pemasangan Pipa | M' | 35,4 | 46.681 | 1.652.519 |
| | - Pengangkutan Pipa | M' | 35,4 | 4.221 | 149.423 |
| | - Pengetesan Pipa | M' | 35,4 | 5.376 | 190.325 |
| | - Pasir Paving | M ³ | 0,4 | 34.580 | 14.690 |
| | - Pemasangan Paving | M ² | 21,2 | 19.200 | 407.808 |
| | | | | | |
| | | Jumlah | | | 9.460.859 |
| | | Pembulatan | | | 9.460.800 |

Tabel 6.17 RAB Pipa F1-F

| Dia. Pipa (mm) | Uraian Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan (Rp) | Jumlah Harga (Rp) |
|---------------------|------------------------|----------------|--------|------------------------|------------------------|
| PVC Ø | - Pembongkaran Paving | M ² | 52,6 | 7.560 | 397.807 |
| 100 | - Galian | M ³ | 77,7 | 86.450 | 6.716.415 |
| F1-F | - Urugan Pasir | M ³ | 2,6 | 214.820 | 565.191 |
| | - Urugan Tanah Kembali | M ³ | 66,5 | 14.222 | 945.454 |
| | - Urugan Sirtu | M ³ | 7,9 | 228.373 | 1.802.546 |
| | - Pembuangan Tanah | M ³ | 11,2 | 44.800 | 502.346 |
| | - Pemasangan Pipa | M' | 87,7 | 46.681 | 4.093.953 |
| | - Pengangkutan Pipa | M' | 87,7 | 4.221 | 370.182 |
| | - Pengetesan Pipa | M' | 87,7 | 5.376 | 471.510 |
| | - Pasir Paving | M ³ | 1,1 | 34.580 | 36.392 |
| | - Pemasangan Paving | M ² | 52,6 | 19.200 | 1.010.304 |
| | | | | | |
| | | Jumlah | | | 16.912.100 |
| | | Pembulatan | | | 16.912.000 |

Tabel 6.18 RAB Pipa F2-F

| Dia. Pipa (mm) | Uraian Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan (Rp) | Jumlah Harga (Rp) |
|---------------------|------------------------|----------------|--------|------------------------|------------------------|
| PVC Ø | - Pembongkaran Paving | M ² | 44,0 | 7.560 | 332.942 |
| 100 | - Galian | M ³ | 60,4 | 86.450 | 5.225.842 |
| F2-F | - Urugan Pasir | M ³ | 2,2 | 214.820 | 473.034 |
| | - Urugan Tanah Kembali | M ³ | 51,1 | 14.222 | 726.241 |
| | - Urugan Sirtu | M ³ | 6,6 | 228.373 | 1.508.630 |
| | - Pembuangan Tanah | M ³ | 9,4 | 44.800 | 420.435 |
| | - Pemasangan Pipa | M' | 73,4 | 46.681 | 3.426.410 |
| | - Pengangkutan Pipa | M' | 73,4 | 4.221 | 309.821 |
| | - Pengetesan Pipa | M' | 73,4 | 5.376 | 394.628 |
| | - Pasir Paving | M ³ | 0,9 | 34.580 | 30.458 |
| | - Pemasangan Paving | M ² | 44,0 | 19.200 | 845.568 |
| | | | | | |
| | | Jumlah | | | 13.694.009 |
| | | Pembulatan | | | 13.694.000 |

Tabel 6.19 RAB Pipa F-G

| Dia. Pipa (mm) | Uraian Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan (Rp) | Jumlah Harga (Rp) |
|----------------|------------------------|----------------|--------|-------------------|-------------------|
| PVC ø | - Pembongkaran Paving | M ² | 16,8 | 7.560 | 126.781 |
| 150 | - Galian | M ³ | 45,4 | 86.450 | 3.926.606 |
| F-G | - Urugan Pasir | M ³ | 0,8 | 214.820 | 180.127 |
| | - Urugan Tanah Kembali | M ³ | 41,6 | 14.222 | 591.784 |
| | - Urugan Sirtu | M ³ | 2,5 | 228.373 | 574.472 |
| | - Pembuangan Tanah | M ³ | 3,8 | 44.800 | 170.693 |
| | - Pemasangan Pipa | M' | 25,8 | 233.710 | 6.029.727 |
| | - Pengangkutan Pipa | M' | 25,8 | 7.504 | 193.603 |
| | - Pengetesan Pipa | M' | 25,8 | 5.376 | 138.711 |
| | - Pasir Paving | M ³ | 0,3 | 34.580 | 11.598 |
| | - Pemasangan Paving | M ² | 16,8 | 19.200 | 321.984 |
| Jumlah | | | | | 12.266.084 |
| Pembulatan | | | | | 12.266.000 |

Tabel 6.20 RAB Pipa G1-G

| Dia. Pipa (mm) | Uraian Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan (Rp) | Jumlah Harga (Rp) |
|----------------|------------------------|----------------|--------|-------------------|-------------------|
| PVC ø | - Pembongkaran Paving | M ² | 55,1 | 7.560 | 416.858 |
| 100 | - Galian | M ³ | 83,8 | 86.450 | 7.243.424 |
| G1-G | - Urugan Pasir | M ³ | 2,8 | 214.820 | 592.259 |
| | - Urugan Tanah Kembali | M ³ | 72,0 | 14.222 | 1.024.515 |
| | - Urugan Sirtu | M ³ | 8,3 | 228.373 | 1.888.871 |
| | - Pembuangan Tanah | M ³ | 11,8 | 44.800 | 526.403 |
| | - Pemasangan Pipa | M' | 91,9 | 46.681 | 4.290.015 |
| | - Pengangkutan Pipa | M' | 91,9 | 4.221 | 387.910 |
| | - Pengetesan Pipa | M' | 91,9 | 5.376 | 494.091 |
| | - Pasir Paving | M ³ | 1,1 | 34.580 | 38.135 |
| | - Pemasangan Paving | M ² | 55,1 | 19.200 | 1.058.688 |
| Jumlah | | | | | 17.961.169 |
| Pembulatan | | | | | 17.961.100 |

Tabel 6.21 RAB Pipa G-H

| Dia. Pipa (mm) | Uraian Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan (Rp) | Jumlah Harga (Rp) |
|----------------|------------------------|----------------|--------|-------------------|-------------------|
| PVC ø | - Pembongkaran Paving | M ² | 21,5 | 7.560 | 162.162 |
| 150 | - Galian | M ³ | 59,2 | 86.450 | 5.121.202 |
| G-H | - Urugan Pasir | M ³ | 1,1 | 214.820 | 230.394 |
| | - Urugan Tanah Kembali | M ³ | 54,4 | 14.222 | 773.186 |
| | - Urugan Sirtu | M ³ | 3,2 | 228.373 | 734.789 |
| | - Pembuangan Tanah | M ³ | 4,9 | 44.800 | 218.328 |
| | - Pemasangan Pipa | M' | 33 | 233.710 | 7.712.441 |
| | - Pengangkutan Pipa | M' | 33 | 7.504 | 247.632 |
| | - Pengetesan Pipa | M' | 33 | 5.376 | 177.421 |
| | - Pasir Paving | M ³ | 0,4 | 34.580 | 14.835 |
| | - Pemasangan Paving | M ² | 21,5 | 19.200 | 411.840 |

| Dia. Pipa (mm) | Uraian Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan (Rp) | Jumlah Harga (Rp) |
|---------------------|------------------|------------|--------|------------------------|------------------------|
| | | | | | |
| | | Jumlah | | | 15.804.231 |
| | | Pembulatan | | | 15.804.200 |

Tabel 6.22 RAB Pipa H1-H

| Dia. Pipa (mm) | Uraian Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan (Rp) | Jumlah Harga (Rp) |
|---------------------|------------------------|----------------|--------|------------------------|------------------------|
| PVC ø | - Pembongkaran Paving | M ² | 35,9 | 7.560 | 271.706 |
| 100 | - Galian | M ³ | 44,6 | 86.450 | 3.854.747 |
| H1-H | - Urugan Pasir | M ³ | 1,8 | 214.820 | 386.032 |
| | - Urugan Tanah Kembali | M ³ | 36,9 | 14.222 | 525.228 |
| | - Urugan Sirtu | M ³ | 5,4 | 228.373 | 1.231.157 |
| | - Pembuangan Tanah | M ³ | 7,7 | 44.800 | 343.107 |
| | - Pemasangan Pipa | M' | 59,9 | 46.681 | 2.796.212 |
| | - Pengangkutan Pipa | M' | 59,9 | 4.221 | 252.838 |
| | - Pengetesan Pipa | M' | 59,9 | 5.376 | 322.046 |
| | - Pasir Paving | M ³ | 0,7 | 34.580 | 24.856 |
| | - Pemasangan Paving | M ² | 35,9 | 19.200 | 690.048 |
| | | | | | |
| | | Jumlah | | | 10.697.978 |
| | | Pembulatan | | | 10.697.900 |

Tabel 6.23 RAB Pipa H-I

| Dia. Pipa (mm) | Uraian Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan (Rp) | Jumlah Harga (Rp) |
|---------------------|------------------------|----------------|--------|------------------------|------------------------|
| PVC ø | - Pembongkaran Paving | M ² | 4,1 | 7.560 | 30.958 |
| 150 | - Galian | M ³ | 11,5 | 86.450 | 996.546 |
| H-I | - Urugan Pasir | M ³ | 0,2 | 214.820 | 43.984 |
| | - Urugan Tanah Kembali | M ³ | 10,6 | 14.222 | 150.711 |
| | - Urugan Sirtu | M ³ | 0,6 | 228.373 | 140.278 |
| | - Pembuangan Tanah | M ³ | 0,9 | 44.800 | 41.681 |
| | - Pemasangan Pipa | M' | 6,3 | 233.710 | 1.472.375 |
| | - Pengangkutan Pipa | M' | 6,3 | 7.504 | 47.275 |
| | - Pengetesan Pipa | M' | 6,3 | 5.376 | 33.871 |
| | - Pasir Paving | M ³ | 0,1 | 34.580 | 2.832 |
| | - Pemasangan Paving | M ² | 4,1 | 19.200 | 78.624 |
| | | | | | |
| | | Jumlah | | | 3.039.136 |
| | | Pembulatan | | | 3.039.100 |

Tabel 6.24 RAB Pipa J1-J

| Dia. Pipa (mm) | Uraian Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan (Rp) | Jumlah Harga (Rp) |
|---------------------|------------------------|----------------|--------|------------------------|------------------------|
| PVC ø | - Pembongkaran Paving | M ² | 62,0 | 7.560 | 469.022 |
| 100 | - Galian | M ³ | 89,8 | 86.450 | 7.762.710 |
| J1-J | - Urugan Pasir | M ³ | 3,1 | 214.820 | 666.372 |
| | - Urugan Tanah Kembali | M ³ | 76,6 | 14.222 | 1.089.032 |
| | - Urugan Sirtu | M ³ | 9,3 | 228.373 | 2.125.237 |

| Dia. Pipa (mm) | Uraian Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan (Rp) | Jumlah Harga (Rp) |
|---------------------|---------------------|----------------|--------|------------------------|------------------------|
| | - Pembuangan Tanah | M ³ | 13,2 | 44.800 | 592.275 |
| | - Pemasangan Pipa | M' | 103,4 | 46.681 | 4.826.850 |
| | - Pengangkutan Pipa | M' | 103,4 | 4.221 | 436.451 |
| | - Pengetesan Pipa | M' | 103,4 | 5.376 | 555.920 |
| | - Pasir Paving | M ³ | 1,2 | 34.580 | 42.907 |
| | - Pemasangan Paving | M ² | 62,0 | 19.200 | 1.191.168 |
| | | | | | |
| Jumlah | | | | | 19.757.944 |
| Pembulatan | | | | | 19.757.900 |

Tabel 6.25 RAB Pipa J-I

| Dia. Pipa (mm) | Uraian Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan (Rp) | Jumlah Harga (Rp) |
|---------------------|------------------------|----------------|--------|------------------------|------------------------|
| PVC ø | - Pembongkaran Paving | M ² | 27,9 | 7.560 | 210.924 |
| 100 | - Galian | M ³ | 58,0 | 86.450 | 5.016.722 |
| J-I | - Urugan Pasir | M ³ | 1,4 | 214.820 | 299.674 |
| | - Urugan Tanah Kembali | M ³ | 52,1 | 14.222 | 740.752 |
| | - Urugan Sirtu | M ³ | 4,2 | 228.373 | 955.740 |
| | - Pembuangan Tanah | M ³ | 5,9 | 44.800 | 266.352 |
| | - Pemasangan Pipa | M' | 46,5 | 46.681 | 2.170.682 |
| | - Pengangkutan Pipa | M' | 46,5 | 4.221 | 196.277 |
| | - Pengetesan Pipa | M' | 46,5 | 5.376 | 250.003 |
| | - Pasir Paving | M ³ | 0,6 | 34.580 | 19.296 |
| | - Pemasangan Paving | M ² | 27,9 | 19.200 | 535.680 |
| | | | | | |
| Jumlah | | | | | 10.662.101 |
| Pembulatan | | | | | 10.662.100 |

Tabel 6.26 RAB Pipa I-IPAL

| Dia. Pipa (mm) | Uraian Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan (Rp) | Jumlah Harga (Rp) |
|---------------------|------------------------|----------------|--------|------------------------|------------------------|
| PVC ø | - Pembongkaran Paving | M ² | 59,7 | 7.560 | 451.105 |
| 150 | - Galian | M ³ | 168,0 | 86.450 | 14.521.097 |
| I-IPAL | - Urugan Pasir | M ³ | 3,0 | 214.820 | 640.915 |
| | - Urugan Tanah Kembali | M ³ | 154,4 | 14.222 | 2.196.078 |
| | - Urugan Sirtu | M ³ | 9,0 | 228.373 | 2.044.050 |
| | - Pembuangan Tanah | M ³ | 13,6 | 44.800 | 607.349 |
| | - Pemasangan Pipa | M' | 91,8 | 233.710 | 21.454.609 |
| | - Pengangkutan Pipa | M' | 91,8 | 7.504 | 688.867 |
| | - Pengetesan Pipa | M' | 91,8 | 5.376 | 493.554 |
| | - Pasir Paving | M ³ | 1,2 | 34.580 | 41.268 |
| | - Pemasangan Paving | M ² | 59,7 | 19.200 | 1.145.664 |
| | | | | | |
| Jumlah | | | | | 44.284.556 |
| Pembulatan | | | | | 44.284.500 |

6.2.3 RAB Manhole

Berikut ini hasil perhitungan RAB Manhole sesuai dengan perhitungan BOQ dan harga satuan dapat dilihat pada Tabel 6.27.

Tabel 6.27 RAB Tipikal Manhole Lurus

| No | Uraian Kegiatan | Satuan | Kuantitas | Harga Satuan (Rp.) | Jumlah Harga (Rp.) |
|------------|--|----------------|-----------|--------------------|--------------------|
| I | PEKERJAAN TANAH | | | | |
| 1 | Galian Tanah | m ³ | 4,10 | 86.450,00 | 354.773,51 |
| 2 | Urugan tanah kembali | m ³ | 0,71 | 14.222,00 | 10.097,62 |
| 3 | Urugan Pasir Bawah Pondasi | m ³ | 0,23 | 214.820,00 | 48.334,50 |
| 4 | Pembuangan Tanah | m ³ | 3,88 | 44.800,00 | 173.770,24 |
| II | PEKERJAAN BETON & PASANGAN | | | | |
| 1 | Lantai Kerja | m ³ | 0,10 | 923.032,16 | 90.457,15 |
| 2 | Plat Lantai t=15cm K-150 | m ³ | 0,25 | 1.074.288,00 | 272.332,01 |
| 3 | Dinding Beton t=15 K-150 | m ³ | 0,72 | 1.074.288,00 | 778.321,66 |
| 4 | Plat Atap t=15cm K-150 | m ³ | 0,12 | 1.074.288,00 | 130.525,99 |
| 5 | Plesteran 1pc:5ps | m ² | 4,00 | 68.756,89 | 275.027,56 |
| 6 | Acian | m ² | 4,00 | 41.651,50 | 166.606,00 |
| III | PEKERJAAN PERPIPAAN & LAIN-LAIN | | | | |
| 1 | Wall Pipe Ø 100mm, L= 90cm (outlet) | unit | 1,00 | 797.200,00 | 797.200,00 |
| 2 | Tee All Flange Ø 100mm x Ø 100mm | unit | 1,00 | 557.300,00 | 557.300,00 |
| 3 | Manhole 60 x 60 plat bordes | unit | 1,00 | 300.000,00 | 300.000,00 |
| 4 | Tangga besi stainless steel | unit | 1,00 | 350.000,00 | 350.000,00 |
| | | | | Jumlah | 4.304.746,24 |
| | | | | Dibulatkan | 4.304.700,00 |

Tabel 6.28 Tipikal Drop Manhole Pertigaan

| No | Uraian Kegiatan | Satuan | Kuantitas | Harga Satuan (Rp.) | Jumlah Harga (Rp.) |
|------------|--|----------------|-----------|--------------------|--------------------|
| I | PEKERJAAN TANAH | | | | |
| 1 | Galian Tanah | m ³ | 8,06 | 86.450,00 | 697.132,80 |
| 2 | Urugan tanah kembali | m ³ | 1,58 | 14.222,00 | 22.399,65 |
| 3 | Urugan Pasir Bawah Pondasi | m ³ | 0,24 | 214.820,00 | 50.912,34 |
| 4 | Pembuangan Tanah | m ³ | 7,83 | 44.800,00 | 350.649,60 |
| II | PEKERJAAN BETON & PASANGAN | | | | |
| 1 | Lantai Kerja | m ³ | 0,10 | 923.032,16 | 90.457,15 |
| 2 | Plat Lantai t=15cm K-150 | m ³ | 0,23 | 1.074.288,00 | 251.383,39 |
| 3 | Dinding Beton t=15 K-150 | m ³ | 1,33 | 1.074.288,00 | 1.430.951,62 |
| 4 | Plat Atap t=15cm K-150 | m ³ | 0,12 | 1.074.288,00 | 130.525,99 |
| 5 | Plesteran 1pc:5ps | m ² | 8,88 | 68.756,89 | 610.561,18 |
| 6 | Acian | m ² | 8,88 | 41.651,50 | 369.865,32 |
| III | PEKERJAAN PERPIPAAN & LAIN-LAIN | | | | |
| 1 | Wall Pipe L= 90cm (inlet) | unit | 1,00 | 797.200,00 | 797.200,00 |
| 2 | Wall Pipe L= 90cm (outlet) | unit | 1,00 | 797.200,00 | 797.200,00 |
| 3 | Drop Pipe Ø 100mm | unit | 1,00 | 269.100,00 | 269.100,00 |
| 4 | Tee All Flange Ø 100mm x Ø 100mm | unit | 1,00 | 557.300,00 | 557.300,00 |
| 5 | Manhole 60 x 60 plat bordes | unit | 1,00 | 300.000,00 | 300.000,00 |

| No | Uraian Kegiatan | Satuan | Kuantitas | Harga Satuan (Rp.) | Jumlah Harga (Rp.) |
|----|-----------------------------|--------|-----------|-----------------------|-----------------------|
| 6 | Tangga besi stainless steel | unit | 1,00 | 350.000,00 | 350.000,00 |
| | | | | Jumlah | 7.075.639,04 |
| | | | | Dibulatkan | 7.075.600,00 |

6.2.4 RAB ABR

Berikut ini hasil perhitungan RAB ABR sesuai dengan perhitungan BOQ dan harga satuan dapat dilihat pada Tabel 6.29.

6.2.5 Investasi awal

Investasi awal adalah dana yang dikeluarkan untuk membangun/menyelesaikan sistem pengolahan air limbah domestik ini. Total kebutuhan harga yang dikeluarkan akan dibagi dengan jumlah sambungan rumah (SR) hingga didapatkan harga satuan investasi per-SR. Investasi ini mencakup komponen investasi perpipaan, bangunan pelengkap, hingga unit instalasi. Hal ini akan sangat dipengaruhi oleh kepadatan jumlah penduduk di area terlayani.

Hasil perhitungan total didapatkan total investasi yang dibutuhkan adalah sebesar Rp. 2.100.220.000,00. Total rumah yang terlayani adalah sebanyak 316 SR, sehingga didapatkan nilai investasi per-SR sebesar Rp. 6.646.200,00. Nilai ini masih terbilang cukup wajar namun sedikit lebih mahal jika dibandingkan dengan investasi tiap SR pada SPAM.

Untuk pengoperasian dan perawatan sistem nanti bersumber dari uang retribusi warga. Diharapkan uang yang dikumpulkan mampu memenuhi kebutuhan untuk pengoperasiannya.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Tabel 6.29 RAB ABR

| NO. | URAIAN PEKERJAAN | SATUAN | VOL | HARGA SATUAN (Rp) | JUMLAH (Rp) |
|------------|--|--------|--------|-------------------|-------------|
| I | PEKERJAAN TANAH | | | | |
| | 1 Galian Tanah | m3 | 180,00 | 86.450 | 15.561.000 |
| | 2 Urugan Pasir Padat | m3 | 6,75 | 214.820 | 1.450.035 |
| | 3 Urugan Tanah Kembali | m3 | 60,00 | 14.222 | 853.320 |
| | 4 Buangan Tanah | m3 | 113,25 | 44.800 | 5.073.600 |
| II | PEKERJAAN BETON & PASANGAN (sesuai spek & gambar) | | | | |
| | 1 Lantai Kerja camp. 1 : 3 : 5 t= 5 cm | m3 | 3,99 | 923.032 | 3.680.960 |
| | 2 Plat Lantai t=25 cm Beton Bertulang K225 (kedap air) | m3 | 9,97 | 3.165.419 | 31.558.432 |
| | 3 Balok 20/30 Beton Bertulang K225 (kedap air) | m3 | 0,15 | 7.120.530 | 1.068.080 |
| | 4 Dinding t=25cm Beton Bertulang K225 (kedap air) | m3 | 29,75 | 6.052.271 | 180.055.062 |
| | 5 Beton Dinding Sekat t=25 cm K225 (kedap air) | m3 | 72,66 | 6.052.271 | 439.744.772 |
| | 6 Plat Atap Beton Bertulang t= 12 cm K225 (kedap air) | m3 | 5,11 | 3.165.419 | 16.186.368 |
| | 7 Kolom 25/25 Beton Bertulang K225 (kedap air) | m3 | 0,47 | 6.132.287 | 2.874.510 |
| | 8 Plesteran beton 1:2 | m2 | 226,13 | 74.300 | 16.801.088 |
| | 9 Acian | m2 | 226,13 | 41.652 | 9.418.445 |
| | 10 Cat waterproofing | m2 | 226,13 | 57.695 | 13.046.282 |
| III | PEKERJAAN PERPIPAAN | | | | |
| A | PIPA INLET | | | | |
| | 1 Wall Pipe Ø 150mm, L= 90cm | Bh | 1,00 | 942.900 | 942.900 |
| | 2 Bend All Flange 90° Dia. 150 mm | Bh | 1,00 | 789.300 | 789.300 |
| | 3 All Flange Pipe Ø 150mm, L= 4 M | Bh | 1,00 | 491.700 | 491.700 |
| | 4 Flange Las Dia. 150 mm | Bh | 1,00 | 295.500 | 295.500 |
| B | PIPA OUTLET | | | | |
| | 1 Wall Pipe Ø 150mm, L= 90cm | Bh | 1,00 | 942.900 | 942.900 |
| | 2 Flange Las Dia. 150 mm | Bh | 1,00 | 295.500 | 295.500 |
| | 3 All Flange Pipe Ø 150mm, L= 4 M | Bh | 1,00 | 491.700 | 491.700 |
| | 4 Screen Ø150mm | Bh | 1,00 | 962.800 | 962.800 |
| IV | PEKERJAAN LAIN - LAIN | | | | |
| | 1 Manhole 60 x 60 plat bordes | unit | 6,00 | 500.000 | 3.000.000 |
| | 2 Pipa ventilasi dia. Gi 100 mm | bh | 2,00 | 250.000 | 500.000 |
| | 3 Tangga besi stainless steel Ø 19 mm | unit | 6,00 | 500.000 | 3.000.000 |
| | | | | Jumlah | 749.084.253 |
| | | | | Dibulatkan | 749.084.000 |

Tabel 6.30 Rekapitulasi RAB

| NO. | URAIAN PEKERJAAN | SATUAN | VOL | HARGA SATUAN (Rp) | JUMLAH HARGA (Rp) |
|-------|---------------------------------|--------|--------|-------------------|-------------------|
| I. | Pekerjaan Persiapan | Ls | 1,00 | 2.500.000,00 | 2.500.000,00 |
| II. | House Inlet | Unit | 316,00 | 300.000,00 | 94.800.000,00 |
| IV. | Pekerjaan Pengad.dan Pemas.Pipa | | | | |
| | - Pipa PVC ø 100 mm B1-B | m' | 59,7 | 208.500,00 | 12.447.450,00 |
| | - Pipa PVC ø 100 mm B2-B | m' | 86,3 | 217.400,00 | 18.761.620,00 |
| | - Pipa PVC ø 100 mm B-C | m' | 47,3 | 284.600,00 | 13.461.580,00 |
| | - Pipa PVC ø 100 mm C1-C | m' | 86,5 | 197.300,00 | 17.066.450,00 |
| | - Pipa PVC ø 100 mm C2-C | m' | 43,3 | 211.300,00 | 9.149.290,00 |
| | - Pipa PVC ø 100 mm C-D | m' | 49,7 | 313.100,00 | 15.561.070,00 |
| | - Pipa PVC ø 100 mm D1-D | m' | 110,6 | 233.600,00 | 25.836.160,00 |
| | - Pipa PVC ø 100 mm D2-D | m' | 91,7 | 244.900,00 | 22.457.330,00 |
| | - Pipa PVC ø 100 mm D-E | m' | 13,5 | 313.200,00 | 4.228.200,00 |
| | - Pipa PVC ø 100 mm E1-E | m' | 73,2 | 227.000,00 | 16.616.400,00 |
| | - Pipa PVC ø 100 mm E-F | m' | 35,4 | 313.200,00 | 11.087.280,00 |
| | - Pipa PVC ø 100 mm F1-F | m' | 87,7 | 214.600,00 | 18.820.420,00 |
| | - Pipa PVC ø 100 mm F2-F | m' | 73,4 | 206.300,00 | 15.142.420,00 |
| | - Pipa PVC ø 100 mm F-G | m' | 25,8 | 313.200,00 | 8.080.560,00 |
| | - Pipa PVC ø 100 mm G1-G | m' | 91,9 | 218.100,00 | 20.043.390,00 |
| | - Pipa PVC ø 100 mm G-H | m' | 33,0 | 317.500,00 | 10.477.500,00 |
| | - Pipa PVC ø 100 mm H1-H | m' | 59,9 | 195.800,00 | 11.728.420,00 |
| | - Pipa PVC ø 100 mm H-I | m' | 6,3 | 321.700,00 | 2.026.710,00 |
| | - Pipa PVC ø 100 mm J1-J | m' | 103,4 | 212.300,00 | 21.951.820,00 |
| | - Pipa PVC ø 100 mm J-I | m' | 46,5 | 262.900,00 | 12.224.850,00 |
| | - Pipa PVC ø 100 mm I-IPAL | m' | 91,8 | 321.700,00 | 29.532.060,00 |
| | - Accessories | Unit | 1,00 | 5.000.000,00 | 5.000.000,00 |
| V. | Pekerjaan Manhole | | | | |
| | -Manhole Lurus | Unit | 12 | 4.304.700,00 | 51.656.400,00 |
| | -Manhole Drop Pertigaan | Unit | 5 | 7.075.600,00 | 35.378.000,00 |
| | -Manhole Drop Perempatan | Unit | 3 | 8.116.000,00 | 24.348.000,00 |
| | -Manhole Belokan | Unit | 5 | 7.176.600,00 | 35.883.000,00 |
| VI. | Pekerjaan ABR | Unit | 2 | 749.084.000 | 1.498.168.000,00 |
| VII. | Pompa | Unit | 3 | 11.096.000,00 | 33.288.000,00 |
| VIII. | Pekerjaan Penyelesaian | Ls | 1,00 | 2.500.000,00 | 2.500.000,00 |
| | | | | Jumlah | 2.100.222.380,00 |
| | | | | Dibulatkan | 2.100.220.000,00 |
| | TERBILANG : | | | | |

BAB 7

OPERASI DAN PEMELIHARAAN

7.1 Operasi dan Pemeliharaan

Masyarakat merupakan tokoh utama dalam suksesnya sebuah program. Masyarakat yang terlayani akan menjadi pihak pertama yang mengetahui jika terjadi masalah pada system, sehingga perlu pengetahuan tentang operasi dan pemeliharaan. Fasilitas akses sanitasi SPAL dan IPAL Komunal Kelurahan Kapasari perlu operasi dan pemeliharaan yang baik agar dapat menjadi penopang berjalannya sistem ini agar terus berlanjut.

Peran masyarakat yang aktif merupakan faktor penting dalam kesinambungan sarana yang ada. Elemen masyarakat yang aktif ini bisa dibentuk sebuah kelompok atau paguyuban semi organisasi yang berbasis lingkungan sebagai penanggung jawab atas sarana yang telah dibangun. Untuk langkah awal dapat dimulai dari kader lingkungan yang ada sebelum terbentuknya suatu wadah atau organisasi baru yang khusus menangani system ini. Adapun tugas dari Kader Lingkungan antara lain:

- Menyusun rencana kerja terkait pengoperasian dan pemeliharaan jaringan SPAL dan IPAL.
- Turut serta mengajak masyarakat lain untuk berpartisipasi aktif menjaga dan memelihara SPAL dan IPAL Komunal.
- Meningkatkan mutu pelayanan, mendengar keluhan masyarakat mengenai kendala teknis yang akan terjadi.
- Melakukan kampanye kesehatan.

Selain menjalankan kewajiban di atas, para kader lingkungan juga bertanggung jawab atas sosialisasi kepada masyarakat setempat terutama bagi warga yang belum berkeinginan untuk berpartisipasi dalam program IPAL Komunal. Secara garis besar kader lingkungan ini berkoordinasi langsung dengan para RT, RW, dan Lurah. Kader lingkungan tidak bergerak independen namun tetap dibawah regulasi yang berlaku sesuai norma dan nilai yang ada di masyarakat.

7.2 Standard Operating Procedure (SOP)

Standard Operating Procedure atau tata cara operasional ditujukan untuk para pengguna fasilitas dan juga operator yang bertugas pada IPAL Komunal. SOP (Standart Operating Procedure) ini bertujuan agar semua pihak yang terlibat sama- sama disiplin dan bertanggung jawab atas fasilitas yang ada karena fasilitas tersebut milik bersama dan untuk kepentingan bersama.

SOP untuk masyarakat:

- Jangan membuang sampah atau limbah padat apapun ke dalam saluran air limbah baik melalui WC pribadi terlebih melalui saluran air limbah dan segala jenis bangunan pelengkapannya.
- Jangan membuang bahan kimia ke dalam saluran air limbah. Zat kimia yang tidak diketahui bisa berpotensi mematikan bakteri pengolahan.
- Gunakan sabun dan alat pembersih lain sewajarnya.
- Dilarang keras membuang pembersih porselein ke dalam saluran air limbah.
- Ambil kotoran yang mengapung pada bak kontrol minimal sekali dalam sehari.
- Dilarang membuka tutup manhole saat hujan deras

SOP untuk operator:

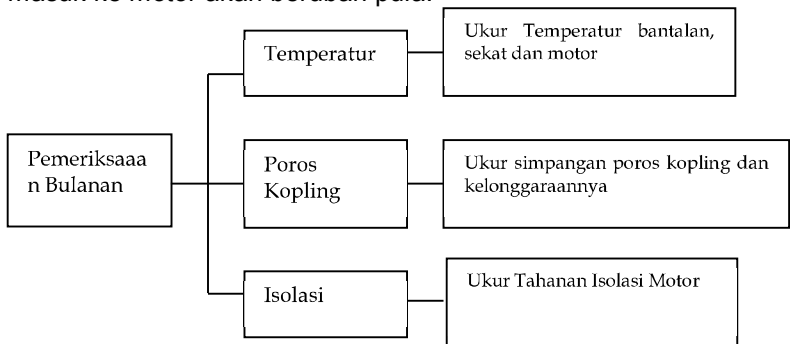
- Periksa setiap bak kontrol yang ada pada semua saluran pipa air limbah minimal sebulan 2 kali.
- Buang limbah padat yang mengapung pada bak kontrol
- Jika ada air meluap dari bak kontrol, periksakan segera mungkin terjadi penyumbatan, sogok dari bak kontrol satu ke bak kontrol lain.
- Buka manhole dan bersihkan pipa jika ada saluran yang mampet.
- Perawatan IPAL Komunal 1 kali minimal 6 bulan dengan cara mengambil kotoran yang mengapung pada kompartemen pertama sampai akhir
- Lakukan pengurasan setidaknya 2 tahun sekali dengan menelfon instansi terkait jasa pengurasan IPAL.

SOP Pompa:

- Tekanan isap dan tekanan keluar dari pompa perlu diperiksa setiap hari untuk mengetahui apakah pompa bekerja normal. Perubahan tekanan isap atau tekanan keluar, merupakan indikasi adanya kelainan dalam instalasi. Ini dapat disebabkan oleh tersumbatnya pipa atau masuknya udara dalam pipa masuk pompa.
- Arus listrik yang digunakan dapat digunakan sebagai salah satu indikasi adanya kelainan dalam operasi. Kalau pada panel listrik pengatur motor listrik tersebut dipasang meter pengukur arus (ampere meter), cara yang praktis adalah dengan

memberi tanda pada kaca penutup meter tersebut nilai arus yang dalam keadaan normal digunakan oleh motor tersebut.

- Tegangan listrik yang tersedia harus sesuai dengan yang dituntut oleh motor listrik penggerak pompa, walaupun biasanya boleh lebih atau kurang sampai sekitar 5 sampai 10%. Pemeriksaan tegangan listrik secara teratur untuk mencegah motor terbakar akibat tegangan melewati batas-batas yang diperbolehkan untuk motornya.
- Tingkat Kebisingan dan Getaran. Pengamatan dan pemeriksaan perlu dilakukan pada waktu pompa bekerja, apakah timbul suara bising atau getaran yang tidak wajar. Dengan bertambah ausnya bagian-bagian pompa maupun motor listrik, maka tekanan keluar pompa dan arus listrik masuk ke motor akan berubah pula.



Biaya retribusi

| | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| Inspeksi pipa 2x/bulan | = Rp 300.000,00 |
| Pengurasan lumpur 2 tahun sekali | = Rp 2.000.000,00 |
| Biaya per Bulan | = Rp 83.333,33 |
| Pemeriksaan sample effluen/3bulan | = Rp 1.500.000,00 |
| Biaya per Bulan | = Rp 500.000 |
| Listrik dan pompa/bulan | = Rp 1.620.000,00 |
| Total | = Rp 2.503.333,33 |
| luran per warga | = Rp 2.503.333,33 / 316 KK |
| | = Rp 7921/KK |
| | = Rp 8000/KK |

BAB 8

KESIMPULAN DAN SARAN

8.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis perhitungan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

- Sistem Penyaluran Air Limbah (SPAL) Kelurahan Kapasari melayani RW 05 dengan dimensi pipa sebesar 100mm dan 150mm. Sistem ini juga dilengkapi dengan 25 manhole.
- Bangunan pengolahan Air Limbah yang digunakan adalah Anaerobic Baffled Reactor. Jumlah ABR sebanyak dua buah dan parallel. Masing- masing memiliki kapasitas sebesar 107,57 m³/hari. Efisiensi removal COD hingga 83,4%.
- Biaya yang dibutuhkan dalam pembangunan SPAL dan IPAL Kelurahan Kapasari adalah sebesar Rp 2.211.333.860,- Dengan biaya retribusi sebesar Rp 8.000,-/KK.bulan untuk perawatan dan pengoperasian.
- Sebanyak 83% warga masih belum mengetahui tentang sanitasi karena minimnya penyuluhan yang pernah mereka terima.
- Sebanyak 87% warga sudah memiliki jamban pribadi dan 86 % diantaranya sudah memiliki tanki septic pada rumahnya. Sisanya masih membuang air limbah langsung ke saluran drainase/sungai
- Sebanyak 60% warga siap jika limbahnya diolah secara komunal.
- Sebanyak 49% warga bersedia membayar iuran retribusi antara Rp.5000,- hingga Rp. 10.000,-/bulan dan sisanya masih enggan membayar.

8.2 Saran

Beberapa saran yang diberikan dari perencanaan ini adalah:

- Sosialisasi diperlukan agar masyarakat paham mengenai pengolahan limbah secara komunal dan manfaatnya. Selain itu sosialisasi juga diperlukan agar masyarakat dapat lebih tertarik mengikuti program ini serta dapat melakukan perawatan terhadap sistem.
- Perlu ada semacam kerja sama dengan dinas/instansi terkait untuk mengelola sistem pengolahan limbah ini.

- Besar biaya retribusi sebesar Rp. 8.000 bagi beberapa orang mungkin masih terlalu mahal, sehingga bisa disubsidi oleh pemda ataupun dilakukan subsidi silang dari masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, L., Juliet CS., Meena, P. 2010. Overview of Greywater Reuse: The Potential of Greywater Systems to Aid Sustainable Water Management. California: Pacific Institute.
- Anonim. 2003. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
- Anonim. 2010. Buku Putih Sanitasi Kota Surabaya 2010.
- Anonim. 2010. Strategi Sanitasi Kota Surabaya 2010.
- Anonim. 2011. Memorandum Program Sektor Sanitasi Kota Surabaya 2011.
- Anonim. 2013. Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Cair Bagi Industri Atau Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa Timur.
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. 2014. RPJMN 2015-2019.
- Badan Pusat Statistik Surabaya. Sensus Penduduk 2010.
- Badan Pusat Statistik Surabaya. Surabaya dalam Angka 2014.
- BLH Kota Surabaya. Permasalahan Lingkungan Perkotaan. <URL=<http://lh.surabaya.go.id/web/wh/?c=main&m=lingperkotaan>>.
- Fair, G.M. and Gayer, J.C. 1968. Water and Wastewater Engineering: Water Purification and Wastewater Treatment and Disposal v2. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Fatnasari, H. 2010. "Strategi Pengelolaan Air Limbah Pemukiman di Bantaran Kali Surabaya". Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XI. D51-D58.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 2013. Materi Bidang Air Limbah I Diseminasi dan Sosialisasi Keteknikan Bidang PLP.
- Kurniati, A. 2013. Kajian Persebaran Permukiman Kumuh Di Surabaya Pusat. Surabaya: UNESA.
- Mara, D. 2003. Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries. London: Earthscan.
- Memorandum Program Sektor Sanitasi (MPSS). 2011. Surabaya.
- Metcalf and Eddy. 1981. Wastewater Engineering: Collection and Pumping of Wastewater, 3th Edition. New York: McGraw Hill.

- Metcalf and Eddy. 2003. Wastewater Engineering, Treatment and Reuse, 4th Edition. New York: McGraw Hill.
- Pratiwi, RS. 2015. Perencanaan Pengelolaan Air Limbah Domestik di Kelurahan Keputih Surabaya. Surabaya: ITS.
- Qasim, S.R. 1999. Wastewater Treatment Plants: Planning, Design, and Operation, Second Edition. New York: CRC Press.
- Said, N.I. 2000. Pengelolaan Air Limbah Domestik di DKI Jakarta. Jakarta: BPPT.
- Sasse, L. 1998. DEWATS Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries. Bremen: BORDA.
- Tim Teknis Pembangunan Sanitasi (TTPS). 2010. Opsi Sistem dan Teknologi Sanitasi.
- Winters, M.S. Abdul GK., Berly M. 2014. "Public Service Provision Under Condition of Insufficient Citizen Demand : Insight from The Urban Sanitation Sector in Indonesia. World Development, 60, pp 31-42.
- Wulandari, P.R. 2014. "Perencanaan Pengelolaan Air Limbah Sistem Terpusat (Studi Kasus di Perumahan PT. Pertamina Unit Pelayanan III Plaju – Sumatra Selatan)". Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan 2, 3: 499-509.

LAMPIRAN

Halaman ini sengaja dikosongkan

KUISIONER

IDENTITAS RESPONDEN

1. Nama KK :
2. Nama Responden :
3. Umur :
4. Pendidikan :
5. Pekerjaan :
6. Penghasilan/KK:
 - ☐ < Rp. 1.000.000
 - ☐ Rp. 1.000.001 – 2.500.000
 - ☐ Rp. 2.500.001 – 4.000.000
 - ☐ Rp. 4.000.001 – 6.000.000
 - ☐ > Rp. 6.000.000
7. Alamat :
RT: RW:
8. Jumlah Anggota Keluarga dalam 1 KK:
9. Jumlah KK dalam 1 Rumah :

1. Apakah anda mengetahui tentang sanitasi?
 - ☐ Ya
 - ☐ Tidak
2. Apakah anda mengetahui dampak dari pembuangan air limbah rumah tangga ke kali/sungai? (seperti limbah dari WC, Kamar Mandi, Cuci-Cuci, dll)
 - ☐ Ya
 - ☐ Tidak
3. Apakah anda mengetahui tentang pengolahan air limbah secara komunal(pengolahan secara bersama-sama oleh beberapa orang)?
 - ☐ Ya
 - ☐ Tidak

4. Apakah anda pernah mengikuti penyuluhan/pemicuan tentang sanitasi/kesehatan lingkungan?
 - ☐ Ya
 - ☐ Tidak
5. Apakah anda memiliki akses air bersih di rumah anda?
 - ☐ Ya
 - ☐ Tidak
6. Darimanakah sumber air bersih di rumah anda?
 - ☐ PDAM
 - ☐ Sumur
 - ☐ Gledakan
7. Jika sumber air anda berasal dari PDAM, berapa nomor rek PDAM anda?
8. Jika sumber air anda berasal dari sumur/gledakan, berapa liter kira-kira yang anda habiskan untuk aktivitas sehari-hari?
9. Apakah anda memiliki jamban/WC di rumah?
 - ☐ Ya (Berapa: ...)
 - ☐ Tidak
10. Apakah anda memiliki tanki septik?
 - ☐ Ya
 - ☐ Tidak
11. Kemanakah anda membuang air limbah rumah tangga anda(limbah dari kamar mandi, WC, dapur, dll)?

12. Jika ya, setiap berapa tahun sekali anda menguras tanki septik?
 - ☐ 1-2 tahun
 - ☐ 3-4 tahun
 - ☐ 5-6 tahun
 - ☐ >6 tahun
13. Apakah anda bersedia jika air limbah dari rumah anda diolah secara komunal?
 - ☐ Ya
 - ☐ Tidak
14. Jika ya, apakah anda bersedia membayar iuran setiap bulannya untuk perawatan dan pemeliharaan fasilitas pengolahan air limbah?
 - ☐ Ya, Rp. 2.000 – Rp. 4.000/bulan
 - ☐ Ya, Rp. 5.000 – Rp. 10.000/bulan
 - ☐ Ya, Rp. 11.000 – Rp. 15.000/bulan
 - ☐ Ya, Rp. 16.000 – Rp. 20.000/bulan
 - ☐ Tidak Bersedia

Terimakasih

LAMPIRAN SURVEI



Gambar 1 Proses Wawancara Kuesioner



Gambar 2 Fasilitas Sanitasi Umum



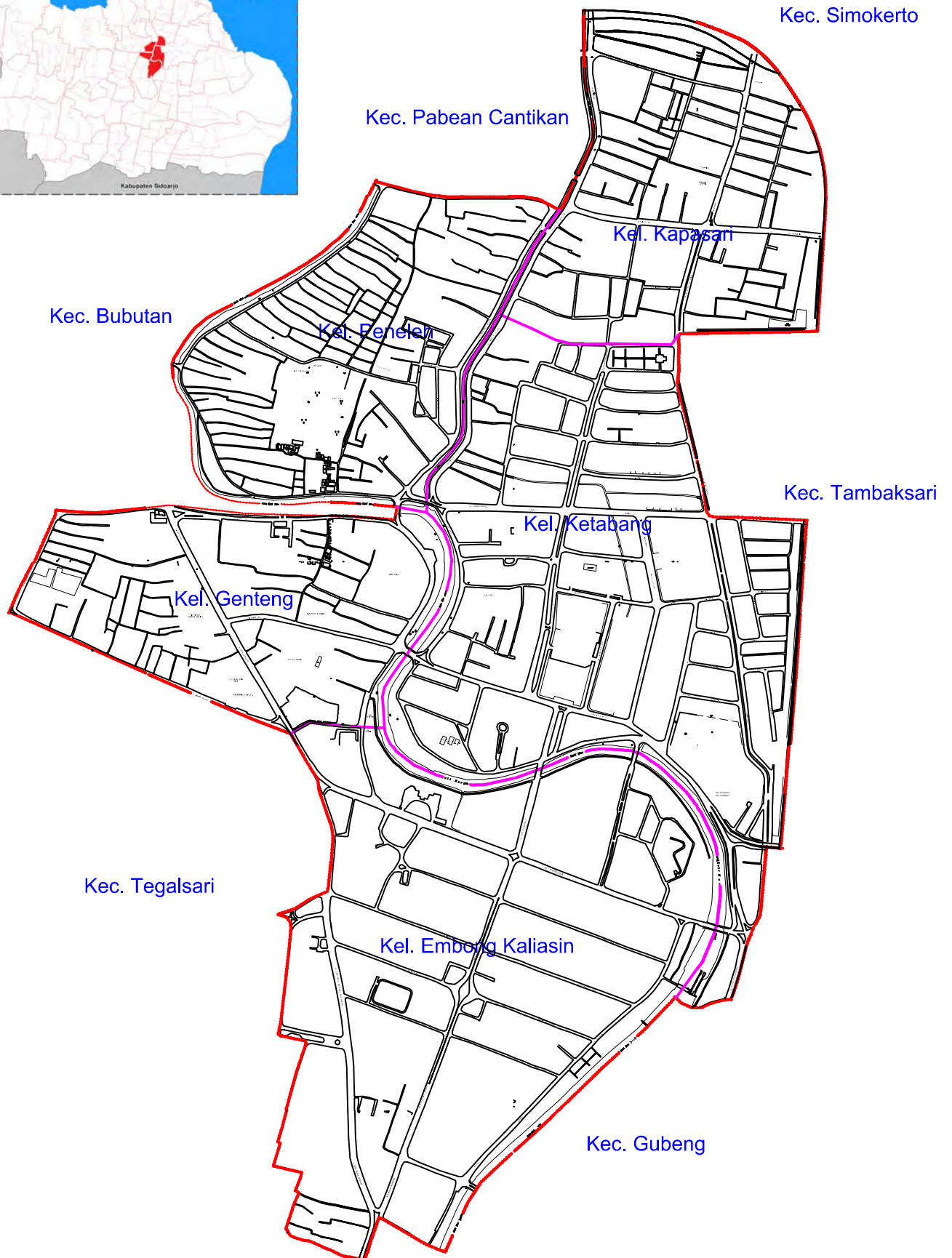
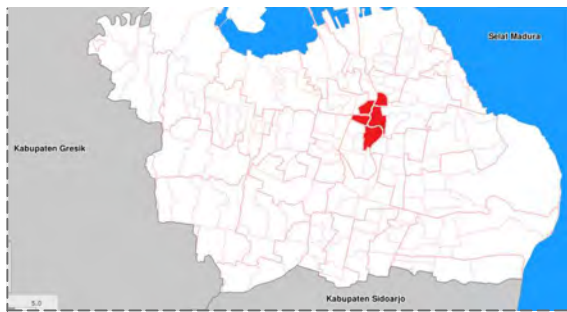
Gambar 3 Warga Membuang Air Limbahnya Langsung Menuju Kali



Gambar 4 Kondisi Jalan (1)



Gambar 5 Lahan Tempat dibangunnya IPAL



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FTSP - ITS
2016

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PENGOLAHAN AIR
LIMBAH DOMESTIK SECARA KOMUNAL
DI KELURAHAN KAPASARI KECAMATAN
GENTENG SURABAYA

JUDUL GAMBAR

PETA
KECAMATAN GENTENG

LEGENDA

- Batas Kelurahan
- Batas Kecamatan
- Jalan

DOSEN PEMBIMBING

ADHI YUNIARTO, ST., MT., PhD.
NIP 19730601 200003 1 001

MAHASISWA

VICTOR HOTMA RIOLANDA
3312100089

SKALA

-

NO. GAMBAR

1



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FTSP - ITS
2016

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PENGOLAHAN AIR
LIMBAH DOMESTIK SECARA KOMUNAL
DI KELURAHAN KAPASARI KECAMATAN
GENTENG SURABAYA

JUDUL GAMBAR

PETA
KELURAHAN KAPASARI

LEGENDA

-  Batas Kelurahan
-  Batas Kecamatan
-  Jalan
-  Sungai/Kali
-  Bangunan/Rumah
-  Pipa Primer
-  Pipa Sekunder

DOSEN PEMBIMBING

ADHI YUNIARTO, ST., MT., Ph.D.
NIP 19730601 200003 1 001

MAHASISWA

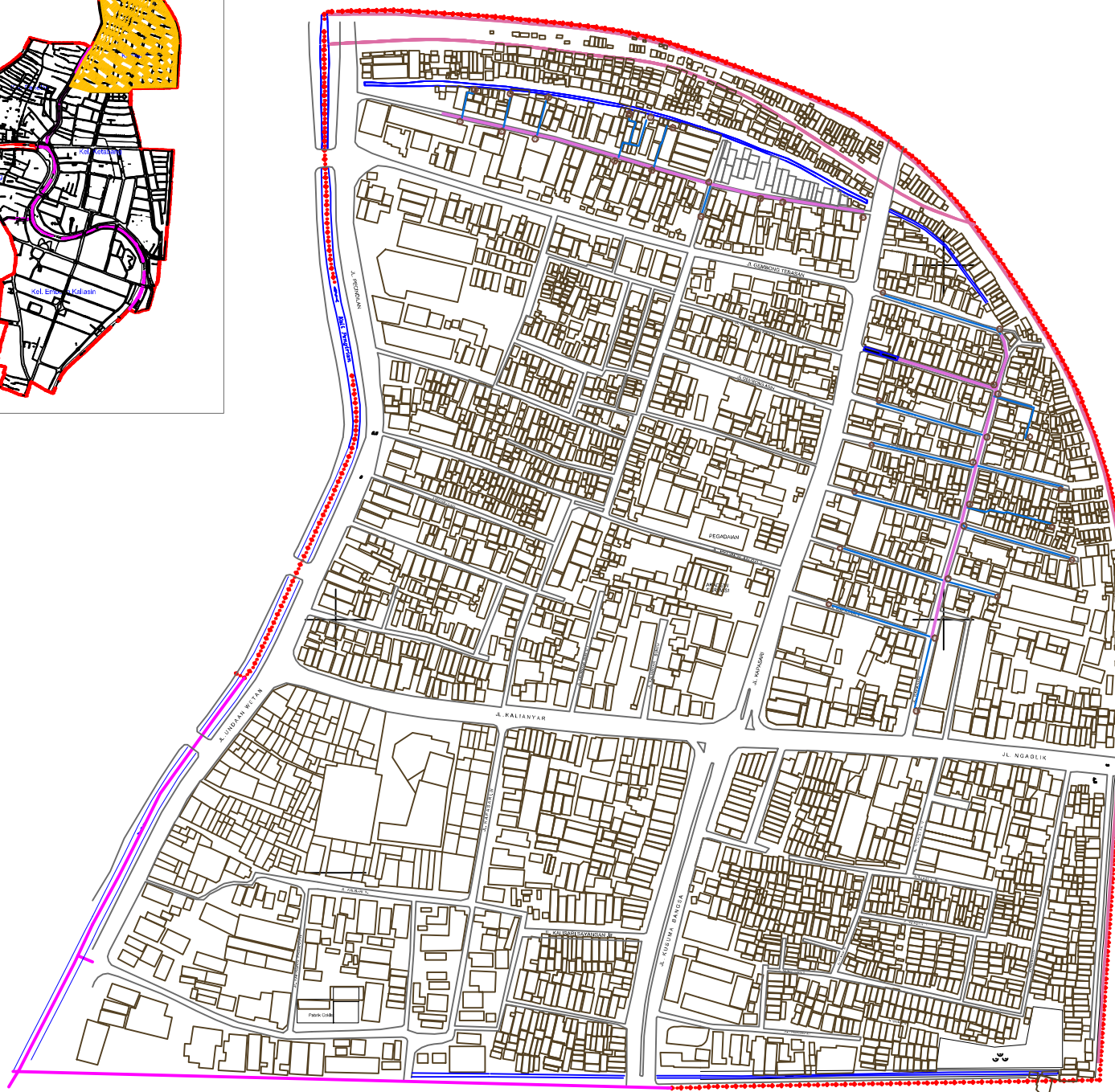
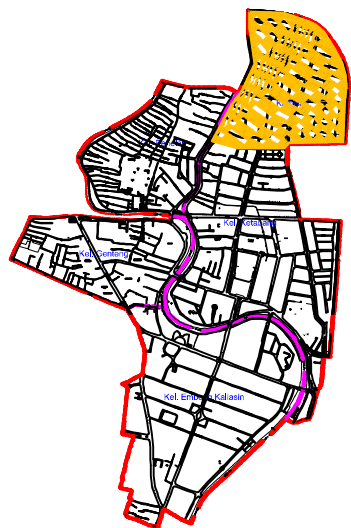
VICTOR HOTMA RIOLANDA
3312100089

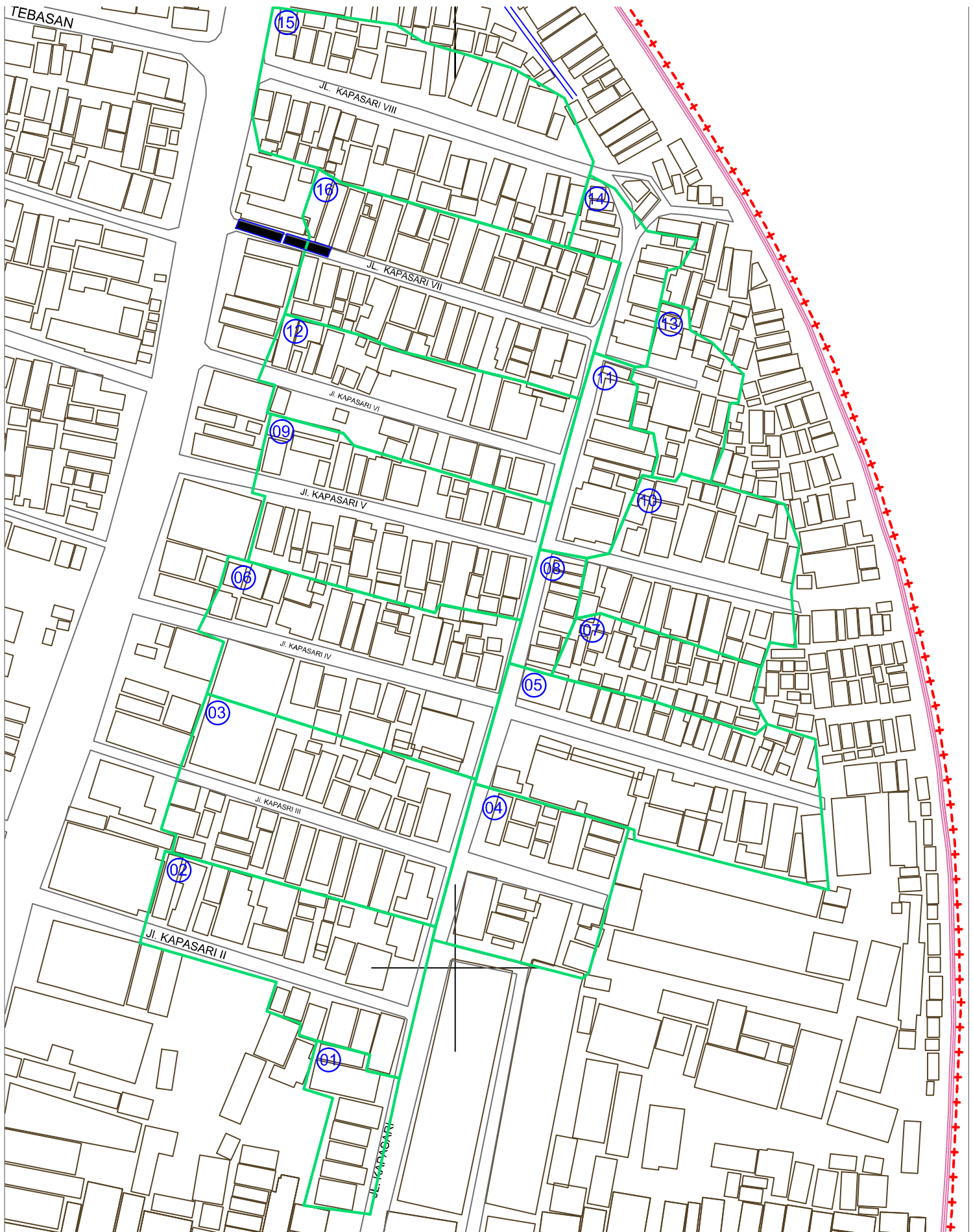
SKALA

1:20

NO. GAMBAR

2





JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FTSP - ITS
2016

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN PENGOLAHAN AIR
 LIMBAH DOMESTIK SECARA KOMUNAL
 DI KELURAHAN KAPASARI KECAMATAN
 GENTENG SURABAYA**

JUDUL GAMBAR

**PETA
 KELURAHAN KAPASARI RW V**

LEGENDA

- +++ Batas Kecamatan
- Jalan
- ~ Sungai/Kali
- Bangunan/Rumahan
- Blok Pelayanan
- IPAL

DOSEN PEMBIMBING

ADHI YUNIARTO, ST., MT., PhD.
 NIP 19730601 200003 1 001

MAHASISWA
VICTOR HOTMA RIOLANDA
 3312100089

SKALA

NO. GAMBAR



**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FTSP - ITS
2016**

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN PENGOLAHAN AIR
LIMBAH DOMESTIK SECARA KOMUNAL
DI KELURAHAN KAPASARI KECAMATAN
GENTENG SURABAYA**

JUDUL GAMBAR

JALUR PERPIPAAN

LEGENDA

-  Batas Kelurahan
-  Batas Kecamatan
-  Jalan
-  Sungai/Kali
-  Bangunan/Rumah
-  Pipa Primer
-  Pipa Sekunder
-  Arah Aliran Air

DOSEN PEMBIMBING

**ADHI YUNIARTO, ST., MT., Ph.D.
NIP 19730601 200003 1 001**

MAHASISWA

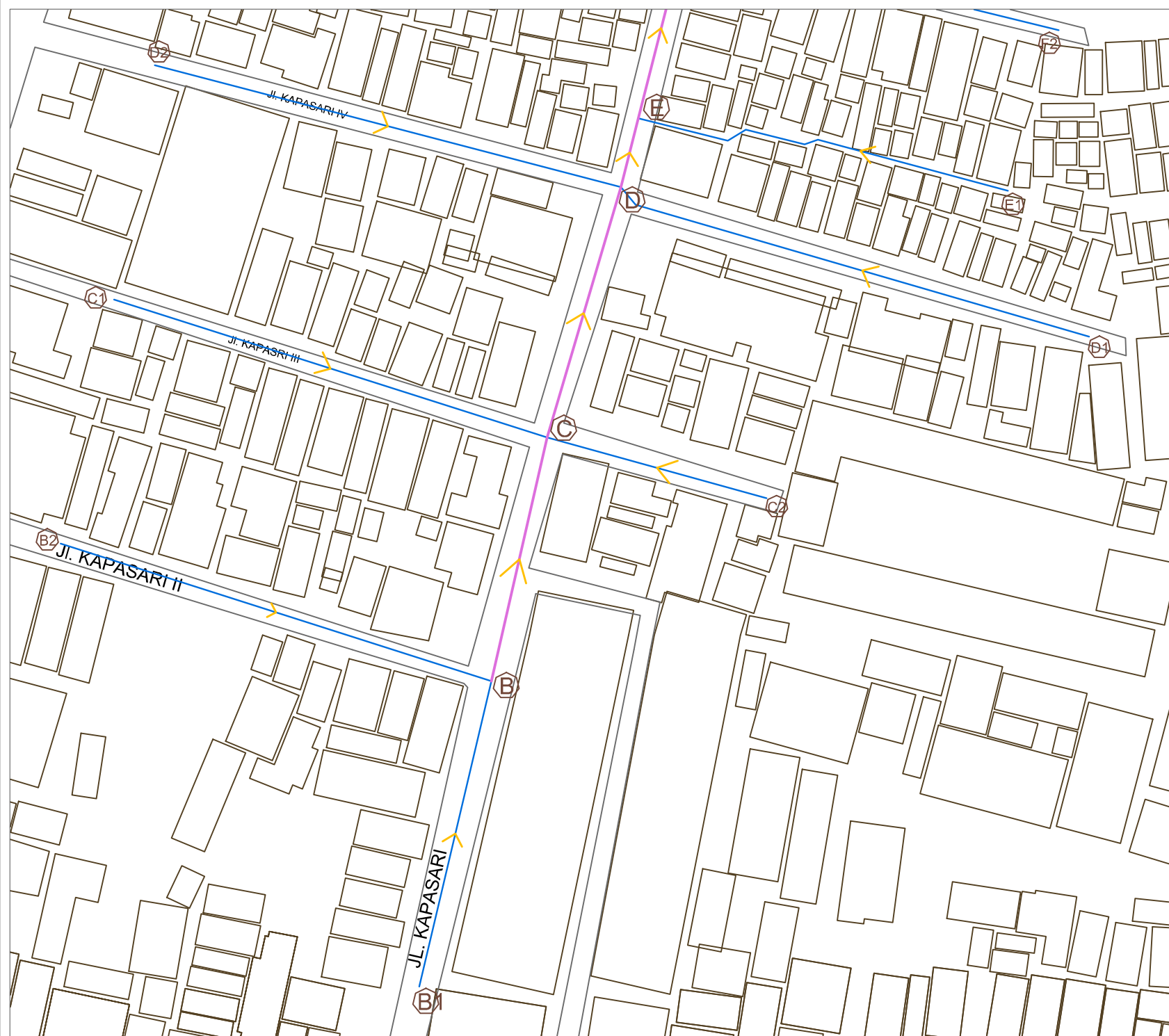
**VICTOR HOTMA RIOLANDA
3312100089**

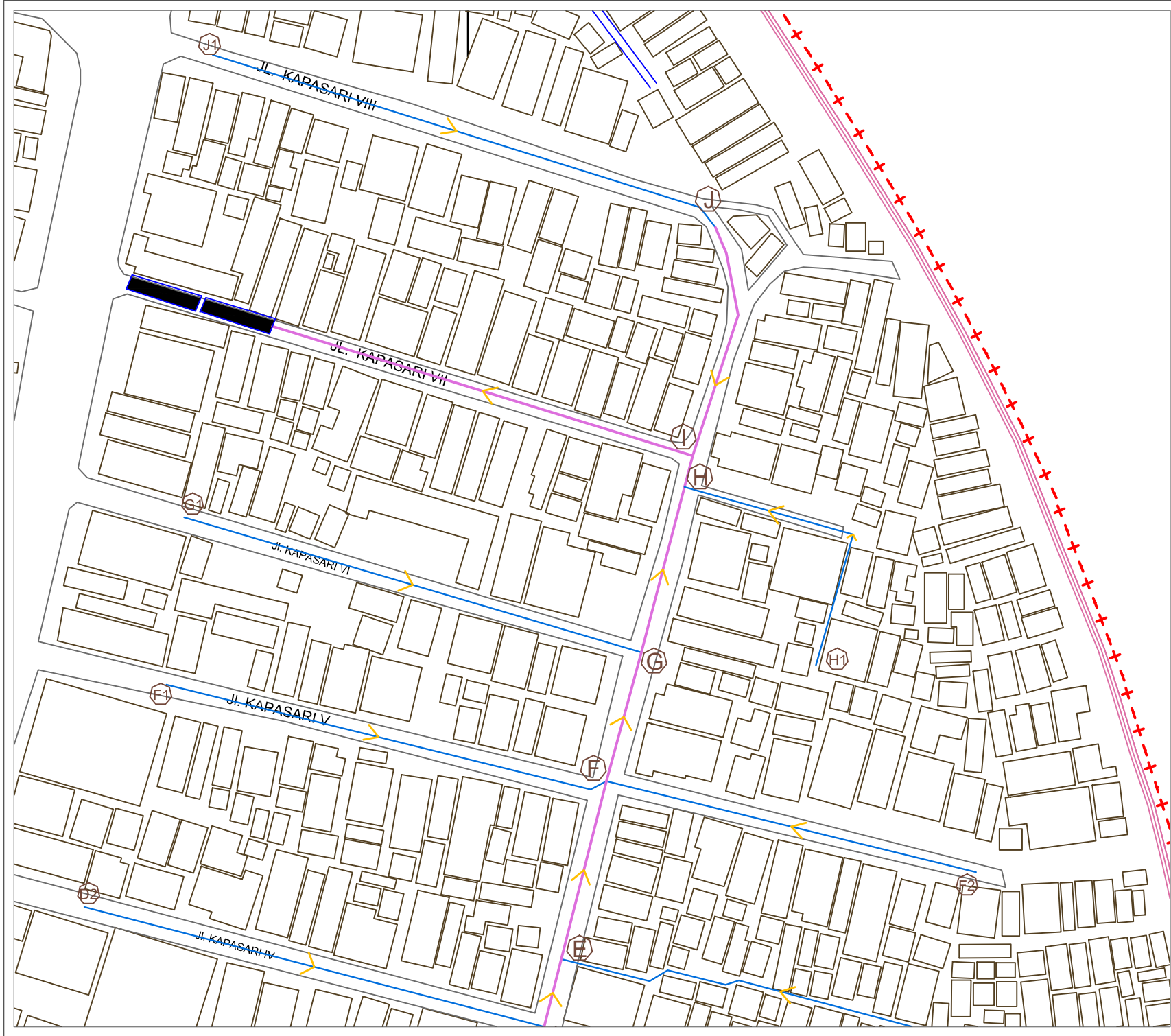
SKALA

1:10

NO. GAMBAR

4





JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FTSP - ITS
2016

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PENGOLAHAN AIR
LIMBAH DOMESTIK SECARA KOMUNAL
DI KELURAHAN KAPASARI KECAMATAN
GENTENG SURABAYA

JUDUL GAMBAR

JALUR PERPIPAAN

LEGENDA

- Batas Kelurahan
- Batas Kecamatan
- Jalan
- Sungai/Kali
- Bangunan/Rumah
- Pipa Primer
- Pipa Sekunder
- Arah Aliran Air

DOSEN PEMBIMBING

ADHI YUNIARTO, ST., MT., PhD.
NIP 19730601 200003 1 001

MAHASISWA

VICTOR HOTMA RIOLANDA
3312100089

SKALA

1:10

NO. GAMBAR

5



**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FTSP - ITS
2016**

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN PENGOLAHAN AIR
LIMBAH DOMESTIK SECARA KOMUNAL
DI KELURAHAN KAPASARI KECAMATAN
GENTENG SURABAYA**

JUDUL GAMBAR

LOKASI MANHOLE

LEGENDA

-  Batas Kelurahan
-  Batas Kecamatan
-  Jalan
-  Sungai/Kali
-  Bangunan/Rumah
-  Pipa Primer
-  Pipa Sekunder
-  Titik Manhole

DOSEN PEMBIMBING

**ADHI YUNIARTO, ST., MT., PhD.
NIP 19730601 200003 1 001**

MAHASISWA

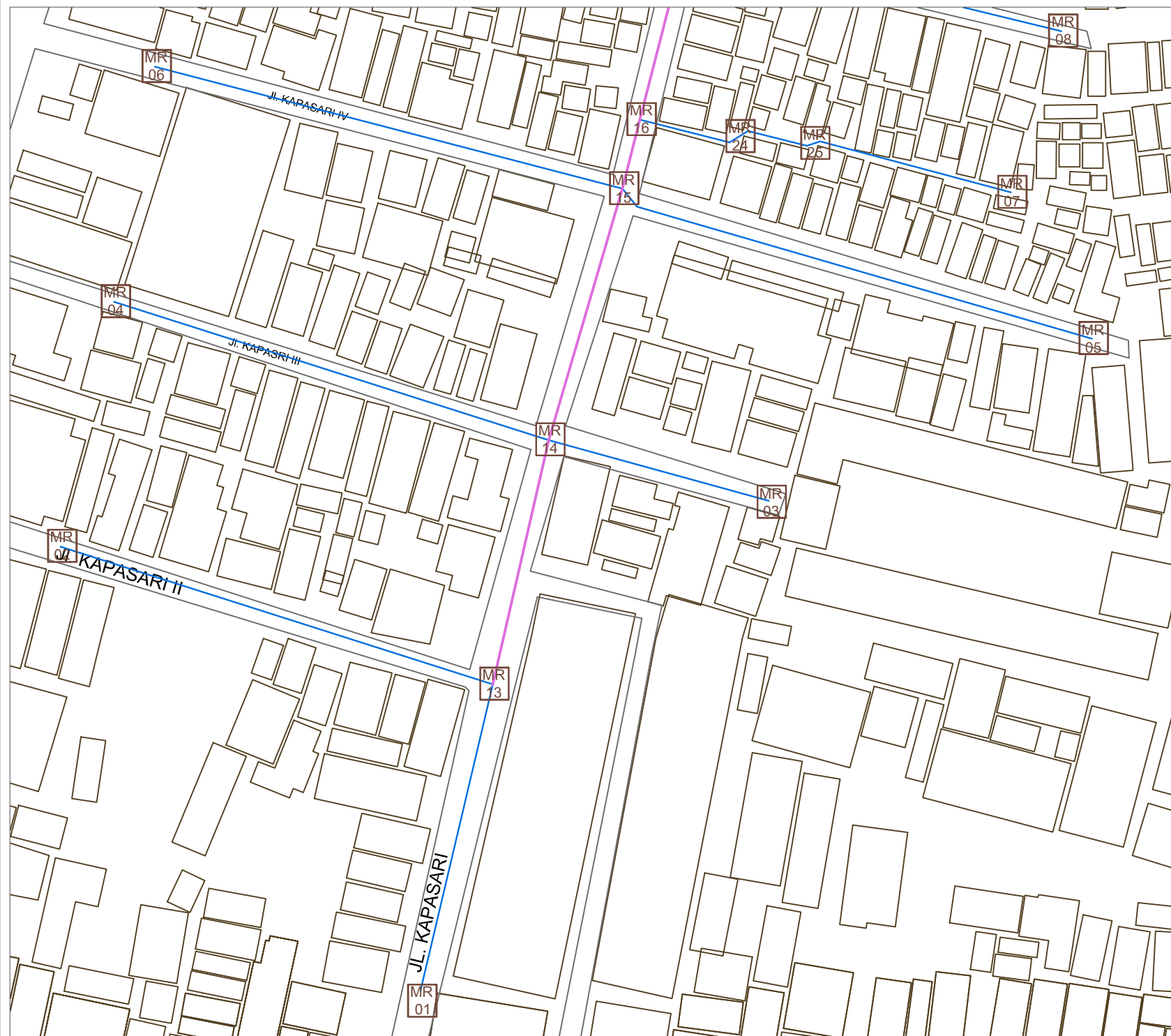
**VICTOR HOTMA RIOLANDA
3312100089**

SKALA

1:10

NO. GAMBAR

6





JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FTSP - ITS
2016

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PENGOLAHAN AIR
LIMBAH DOMESTIK SECARA KOMUNAL
DI KELURAHAN KAPASARI KECAMATAN
GENTENG SURABAYA

JUDUL GAMBAR

LOKASI MANHOLE

LEGENDA

- Batas Kelurahan
- Batas Kecamatan
- Jalan
- Sungai/Kali
- Bangunan/Rumah
- Pipa Primer
- Pipa Sekunder
- Titik Manhole

DOSEN PEMBIMBING

ADHI YUNIARTO, ST., MT., PhD.
NIP 19730601 200003 1 001

MAHASISWA

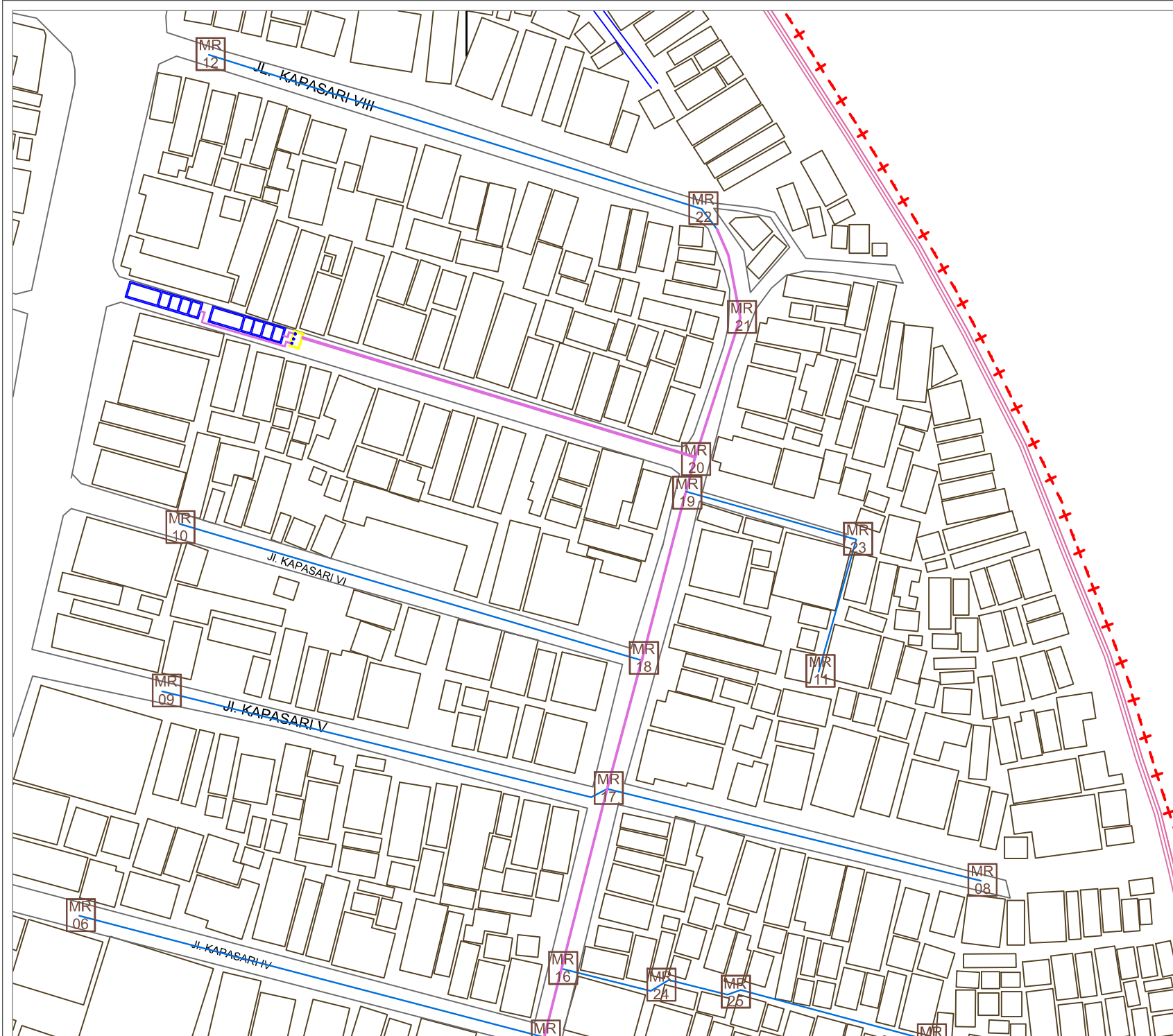
VICTOR HOTMA RIOLANDA
3312100089

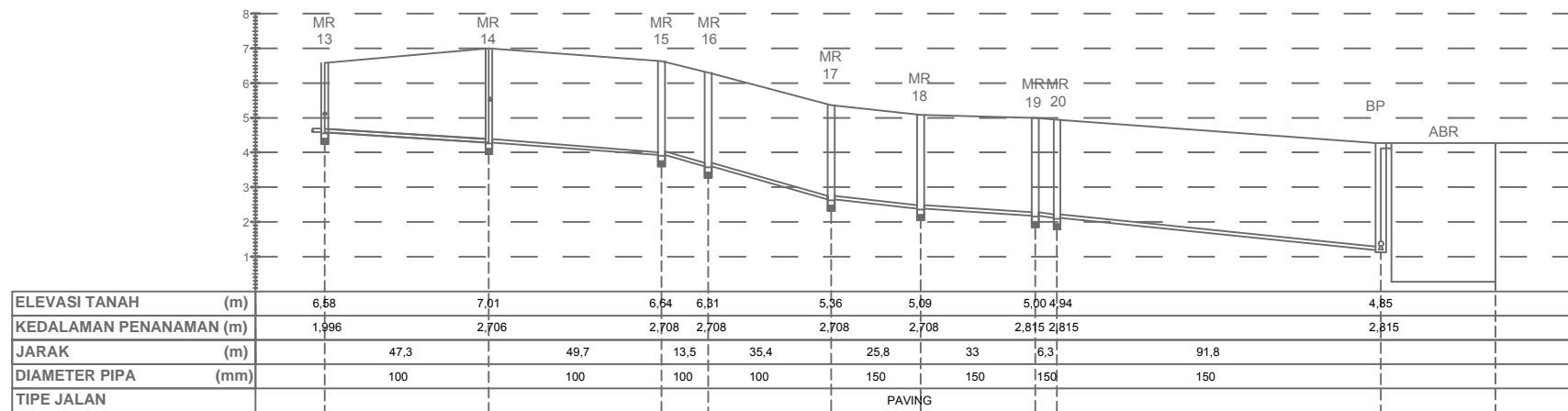
SKALA

1:10

NO. GAMBAR

7





PROFIL HIDROLIS



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FTSP - ITS
2016

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PENGOLAHAN AIR
LIMBAH DOMESTIK SECARA KOMUNAL
DI KELURAHAN KAPASARI KECAMATAN
GENTENG SURABAYA

JUDUL GAMBAR

PROFIL HIDROLIS

LEGENDA

DOSEN PEMBIMBING

ADHI YUNIARTO, ST., MT., PhD.
NIP 19730601 200003 1 001

MAHASISWA

VICTOR HOTMA RIOLANDA
3312100089

SKALA

NO. GAMBAR

-



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FTSP - ITS
2016

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PENGOLAHAN AIR
LIMBAH DOMESTIK SECARA KOMUNAL
DI KELURAHAN KAPASARI KECAMATAN
GENTENG SURABAYA

JUDUL GAMBAR

PERPIPAAN RUMAH

LEGENDA

DOSEN PEMBIMBING

ADHI YUNIARTO, ST., MT., PhD.
NIP 19730601 200003 1 001

MAHASISWA

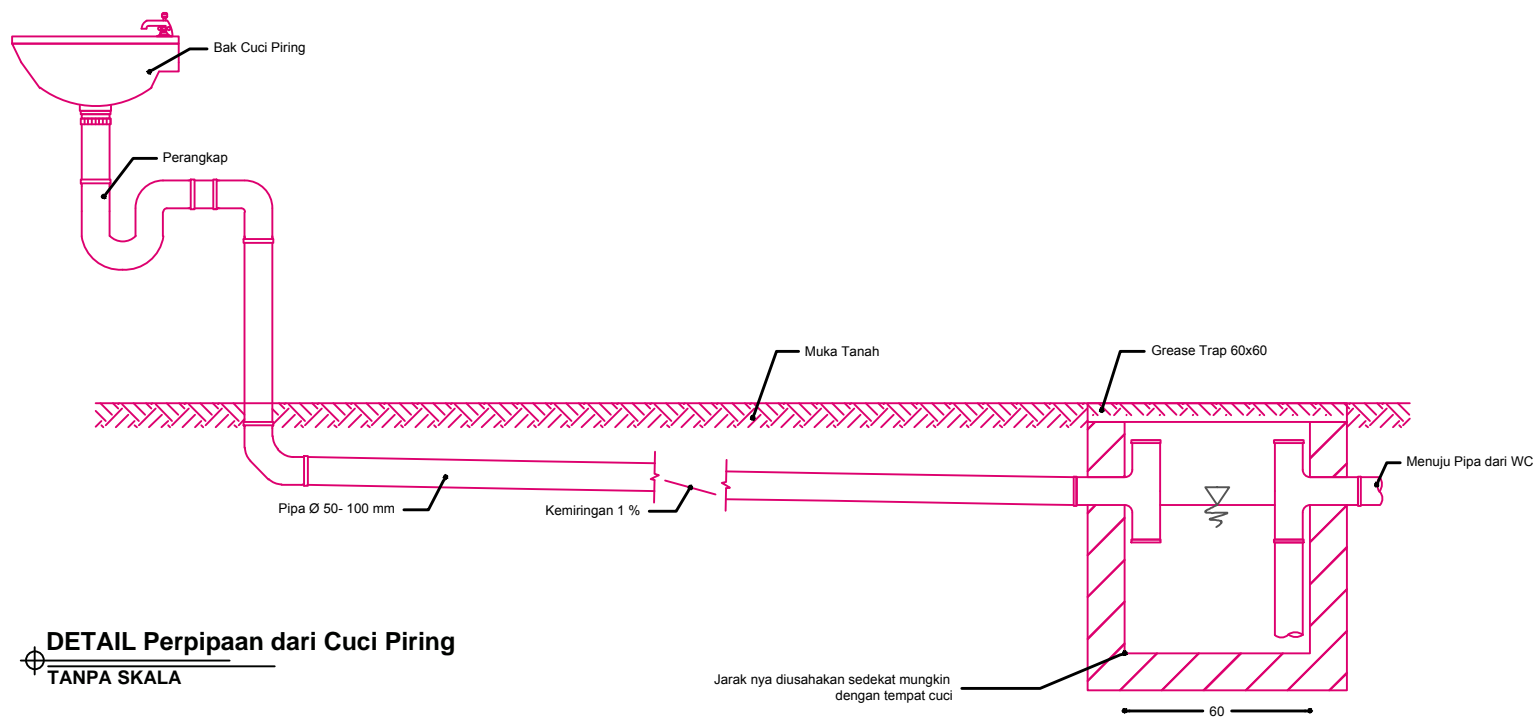
VICTOR HOTMA RIOLANDA
3312100089

SKALA

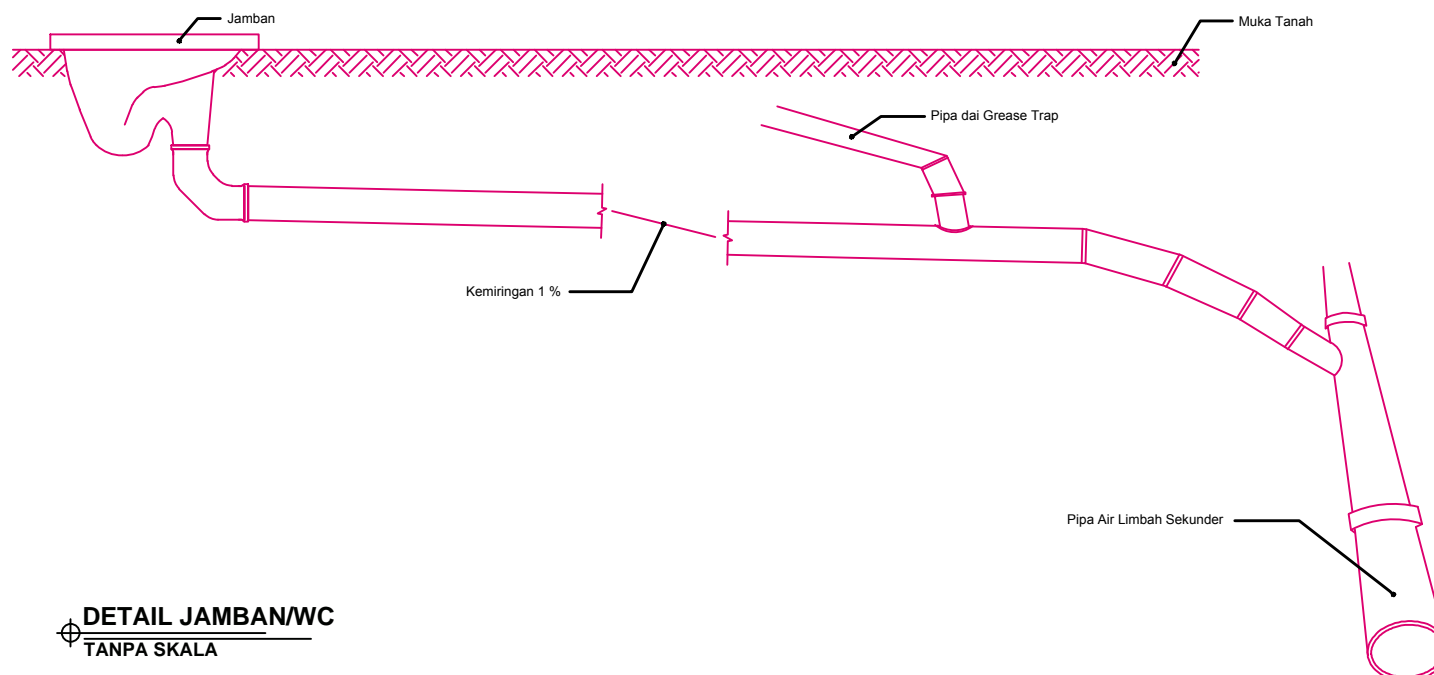
1:10

NO. GAMBAR

9



DETAIL Perpipaan dari Cuci Piring
TANPA SKALA



DETAIL JAMBA/WC
TANPA SKALA



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FTSP - ITS
2016

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PENGOLAHAN AIR
LIMBAH DOMESTIK SECARA KOMUNAL
DI KELURAHAN KAPASARI KECAMATAN
GENTENG SURABAYA

JUDUL GAMBAR

TIPIKAL MANHOLE LURUS
(AWAL PIPA)

LEGENDA

-  SALURAN
-  MUKA TANAH
-  SALURAN
-  BETON
-  PASIR

DOSEN PEMBIMBING

ADHI YUNIARTO, ST., MT., PhD.
NIP 19730601 200003 1 001

MAHASISWA

VICTOR HOTMA RIOLANDA
3312100089

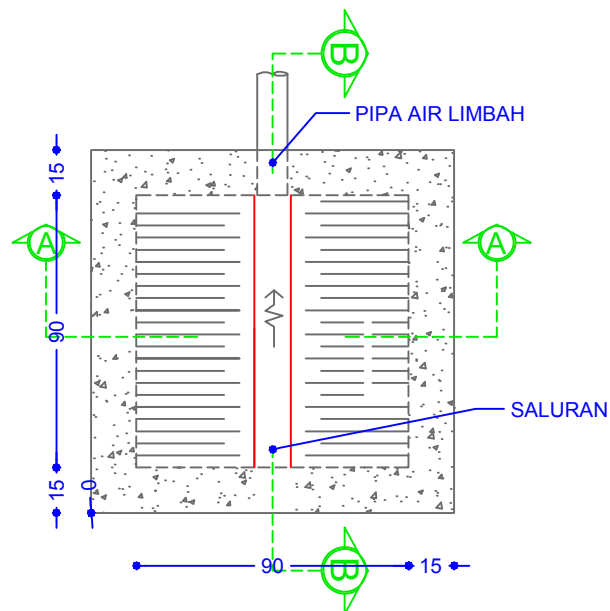
SKALA

1:25

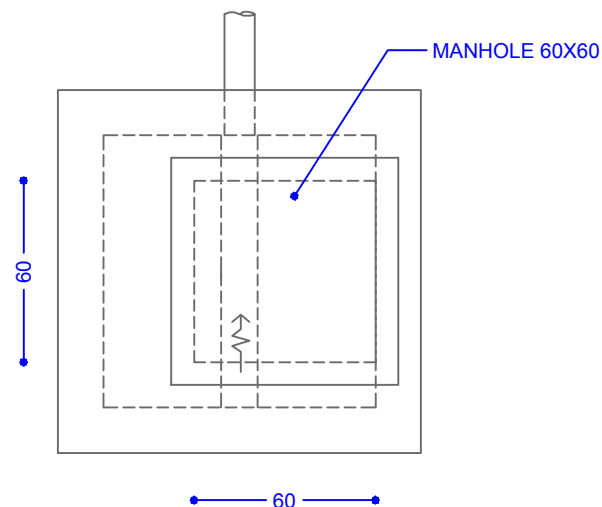
NO. GAMBAR

10

VIEW INSIDE

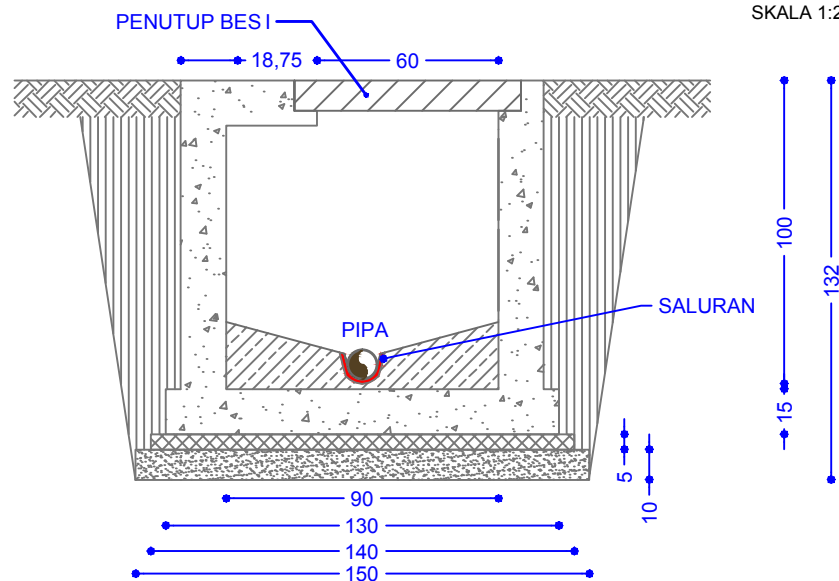


VIEW ON TOP



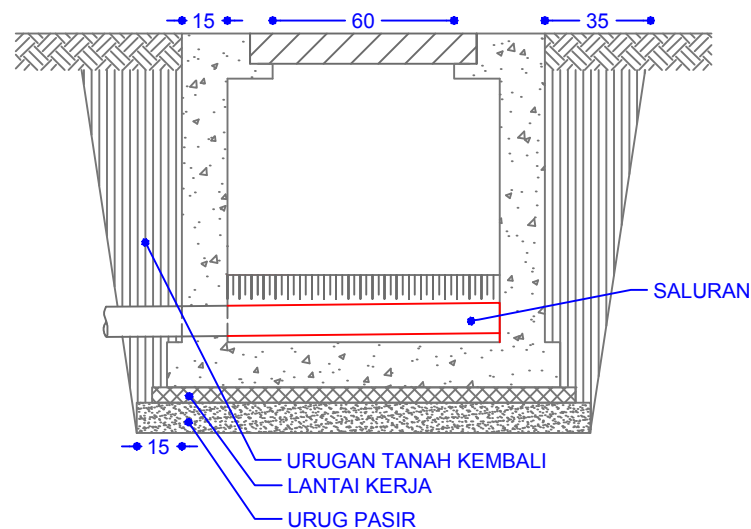
LAYOUT MANHOLE LURUS

SKALA 1:25



POTONGAN A-A

SKALA 1:25



POTONGAN B-B

SKALA 1:25



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FTSP - ITS
2016

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PENGOLAHAN AIR
LIMBAH DOMESTIK SECARA KOMUNAL
DI KELURAHAN KAPASARI KECAMATAN
GENTENG SURABAYA

JUDUL GAMBAR
TIPIKAL MANHOLE
PERTIGAAN

LEGENDA

- SALURAN
-  MUKA TANAH
-  TANAH URUG
-  BETON
-  PASIR

DOSEN PEMBIMBING

ADHI YUNIARTO, ST., MT., PhD.
NIP 19730601 200003 1 001

MAHASISWA

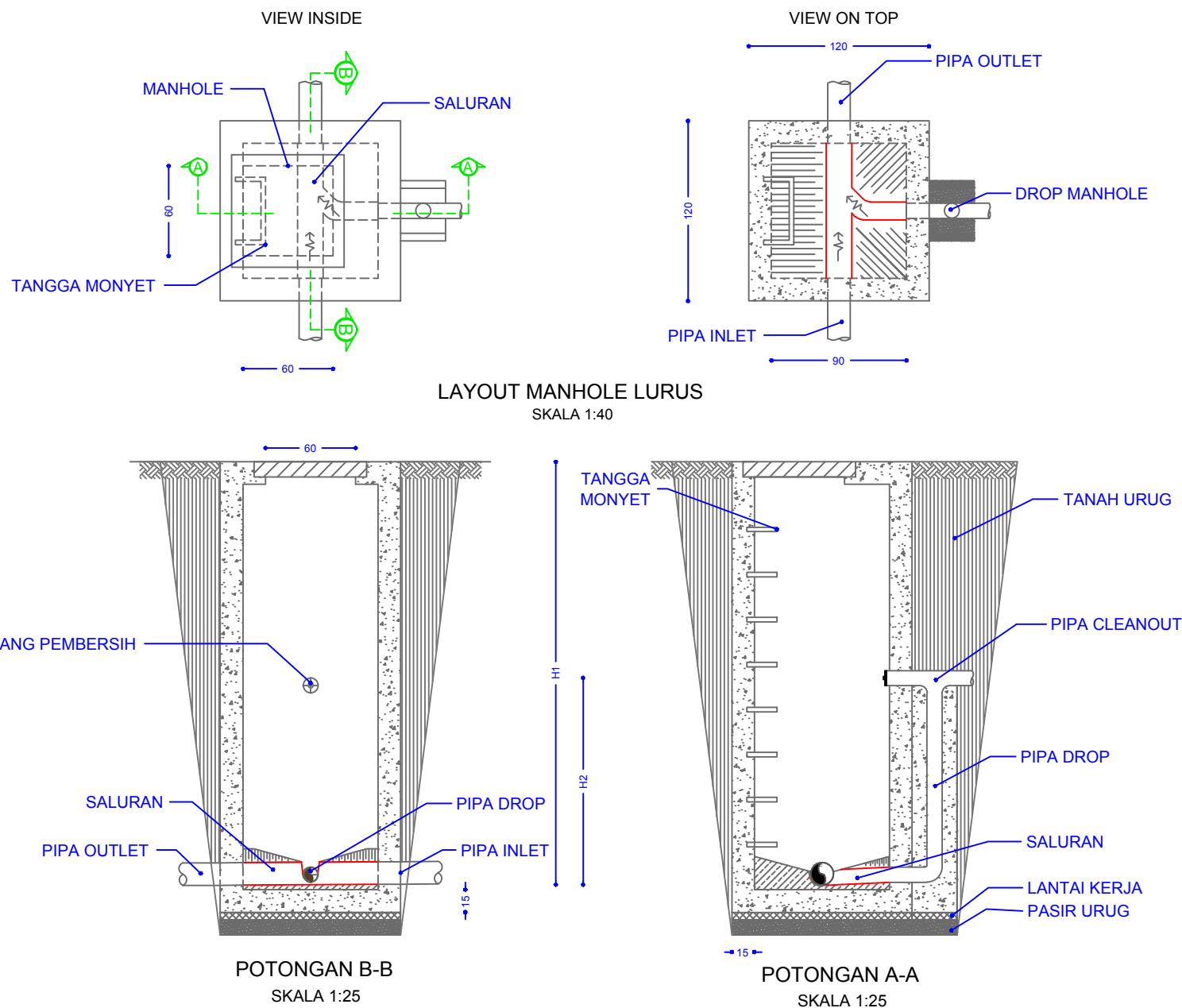
VICTOR HOTMA RIOLANDA
3312100089

SKALA

1:40

NO. GAMBAR

11





JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FTSP - ITS
2016

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PENGOLAHAN AIR
LIMBAH DOMESTIK SECARA KOMUNAL
DI KELURAHAN KAPASARI KECAMATAN
GENTENG SURABAYA

JUDUL GAMBAR

CONTOH CROSS SECTION
PERTIGAAN

LEGENDA

-  SALURAN
-  MUKA TANAH
-  TANAH URUG
-  BETON
-  PASIR

DOSEN PEMBIMBING

ADHI YUNIARTO, ST., MT., PhD.
NIP 19730601 200003 1 001

MAHASISWA

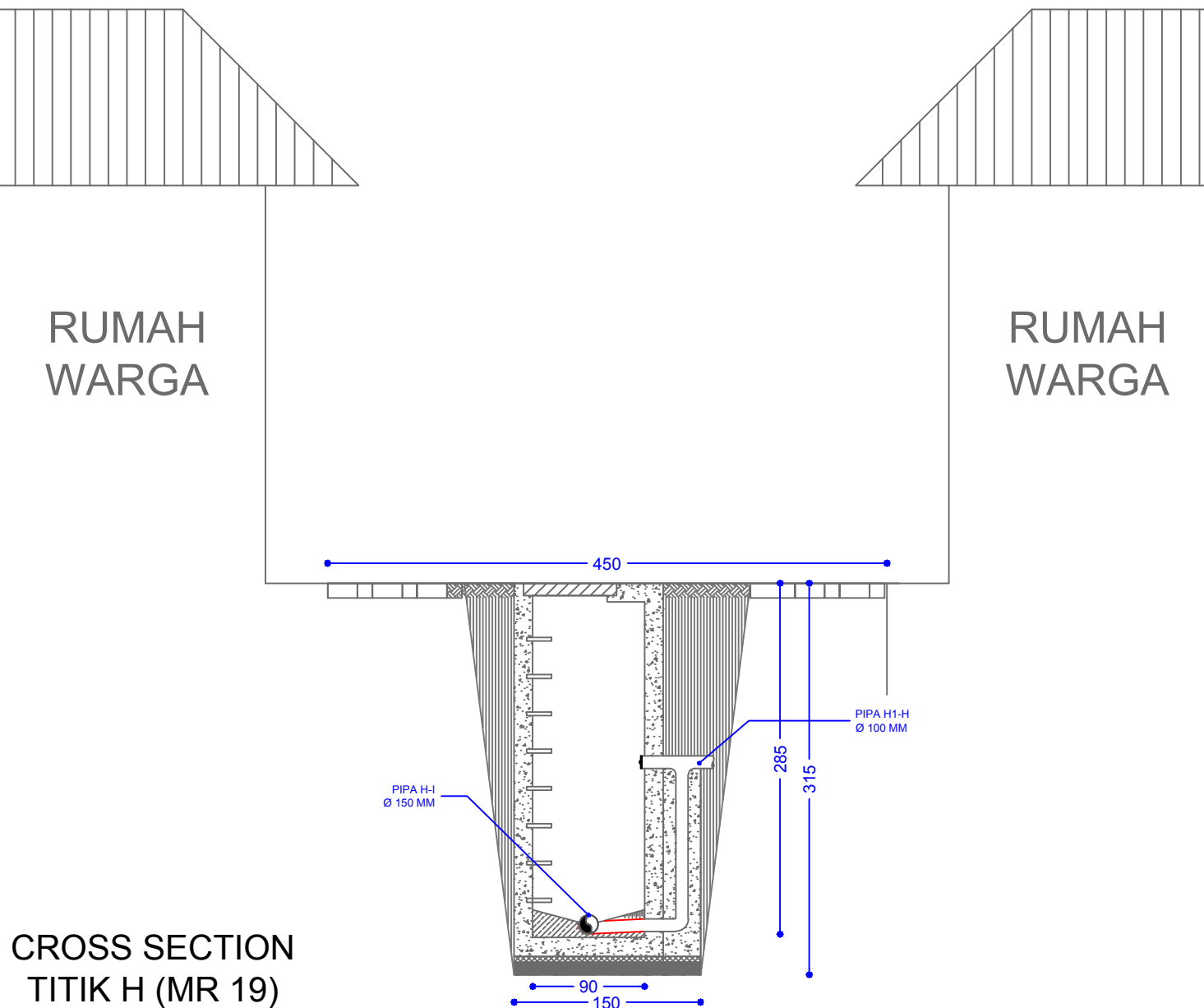
VICTOR HOTMA RIOLANDA
3312100089

SKALA

1:25

NO. GAMBAR

12





**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FTSP - ITS
2016**




TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN PENGOLAHAN AIR
LIMBAH DOMESTIK SECARA KOMUNAL
DI KELURAHAN KAPASARI KECAMATAN
GENTENG SURABAYA**

JUDUL GAMBAR

LAYOUT IPAL

LEGENDA

-  Batas Kelurahan
-  Batas Kecamatan
-  Jalan
-  Sungai/Kali
-  Bangunan/Rumah
-  Pipa Primer
-  Pipa Sekunder
-  Titik Manhole

DOSEN PEMBIMBING

**ADHI YUNIARTO, ST., MT., PhD.
NIP 19730601 200003 1 001**

MAHASISWA

**VICTOR HOTMA RIOLANDA
3312100089**

SKALA

1:2

NO. GAMBAR

13





JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FTSP - ITS
2016

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PENGOLAHAN AIR
LIMBAH DOMESTIK SECARA KOMUNAL
DI KELURAHAN KAPASARI KECAMATAN
GENTENG SURABAYA

JUDUL GAMBAR
ANAEROBIC BAFFLE
REACTOR

LEGENDA

-  SALURAN
-  MUKA TANAH
-  TANAH URUG
-  BETON
-  PASIR

DOSEN PEMBIMBING

ADHI YUNIARTO, ST., MT., PhD.
NIP 19730601 200003 1 001

MAHASISWA

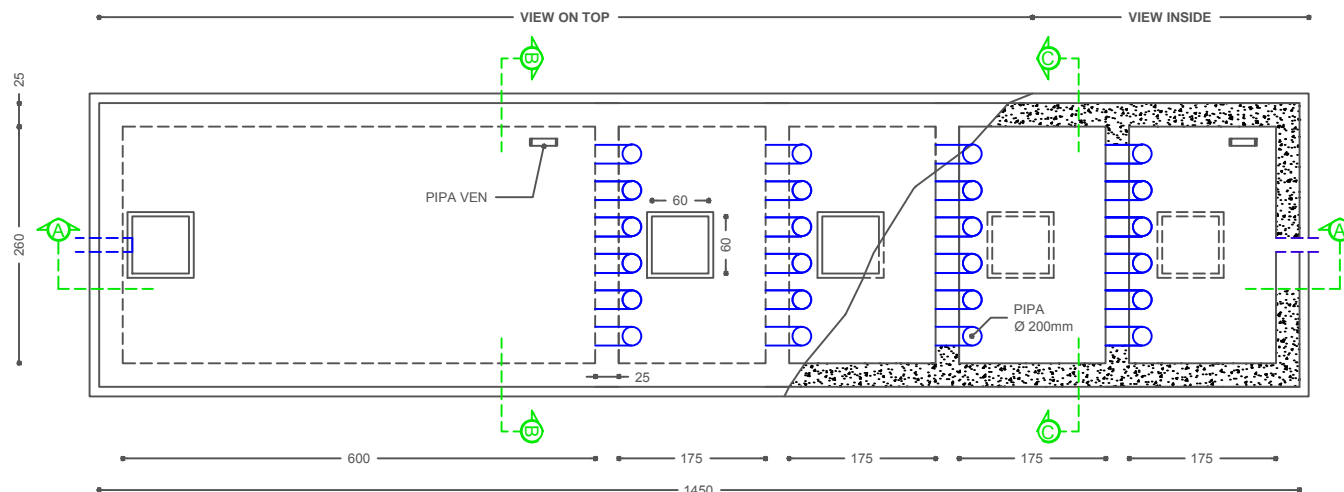
VICTOR HOTMA RIOLANDA
3312100089

SKALA

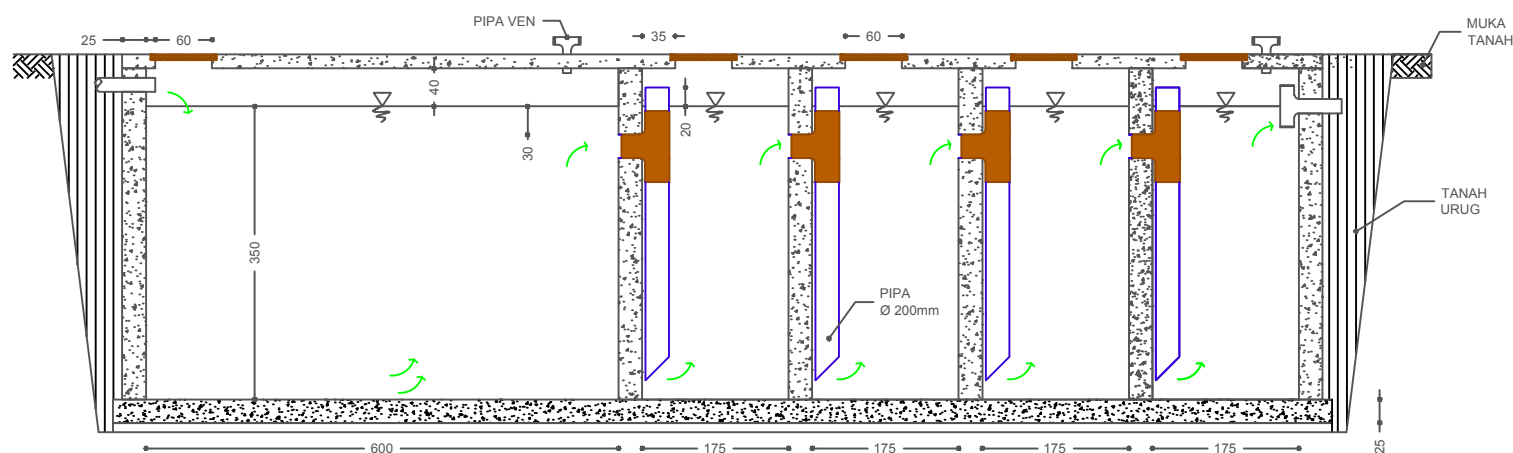
1:80

NO. GAMBAR

14



LAYOUT ANAEROBIC BAFFLE REACTOR
SKALA 1:80



POTONGAN A-A
SKALA 1:80



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FTSP - ITS
2016

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PENGOLAHAN AIR
LIMBAH DOMESTIK SECARA KOMUNAL
DI KELURAHAN KAPASARI KECAMATAN
GENTENG SURABAYA

JUDUL GAMBAR

POT. ANAEROBIC
BAFFLE REACTOR

LEGENDA

-  SALURAN
-  MUKA TANAH
-  TANAH URUG
-  BETON
-  PASIR

DOSEN PEMBIMBING

ADHI YUNIARTO, ST., MT., PhD.
NIP 19730601 200003 1 001

MAHASISWA

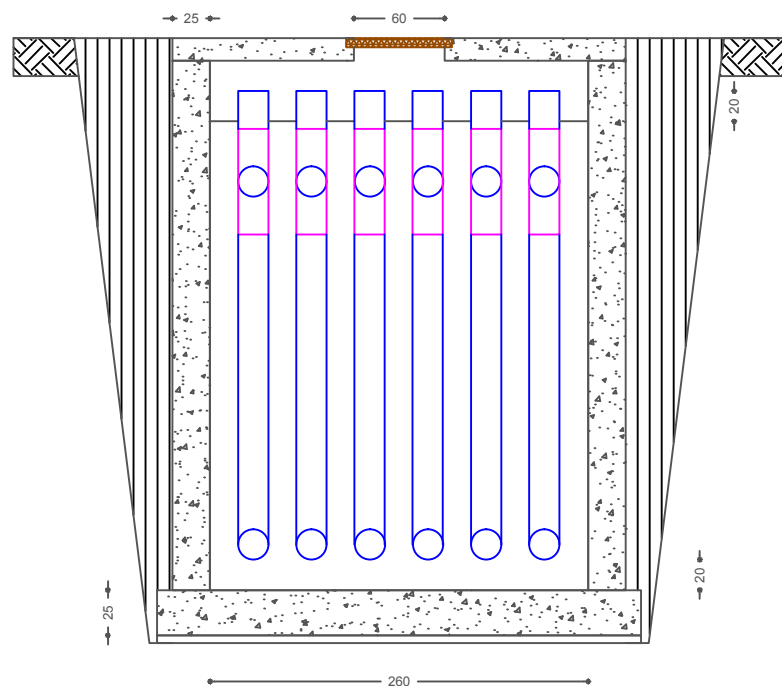
VICTOR HOTMA RIOLANDA
3312100089

SKALA

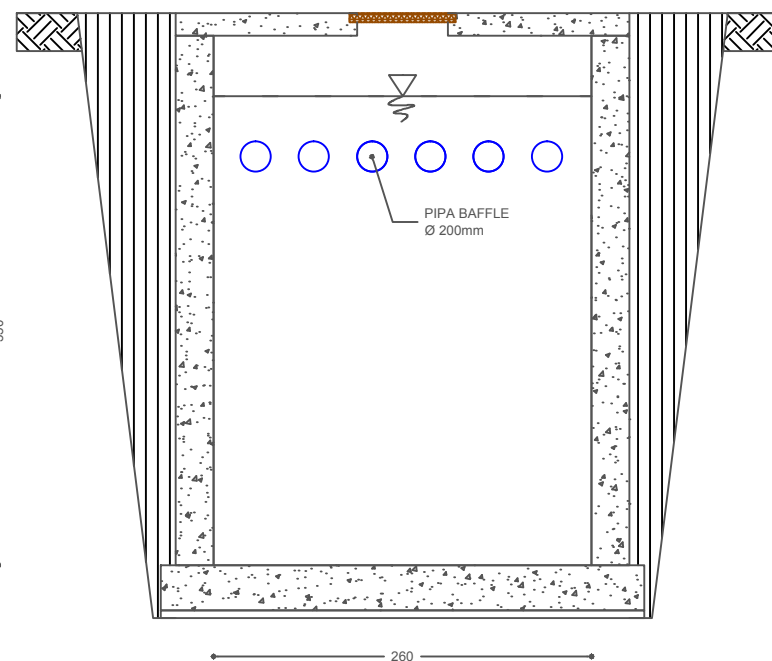
1:80

NO. GAMBAR

15



POTONGAN C-C
SKALA 1:50



POTONGAN B-B
SKALA 1:50



• *Coret yang tidak perlu*

FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR

FTA-05

Nama Mahasiswa : VICTOR HOTMA RIOLANDA
NRP : 3312100089
Judul : PERENCANAAN PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK SECARA KOMUNAL DI
KELURAHAN KAPASARI KECAMATAN GENTENG SURABAYA

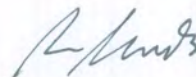
| No | Saran perbaikan (sesuai Form UTA-02) | Tanggapan / Perbaikan (bila perlu, sebutkan halaman) |
|----|--|---|
| 1 | <ul style="list-style-type: none"> -Dibahas terkait dengan investasi dan retribusi -Peta Kel. Kapasari di Surabaya -Peta blok diletakkan dekat perhitungan -Gambar gambar dalam a5 atau a4 saja | <ul style="list-style-type: none"> -Dibahas pada bab 6, nilai investasi yang dikeluarkan masih wajar. Retribusi sesuai dengan kuesioner -Sudah diperbaiki dimasukkan dalam laporan hal 21 dan 22 - sudah dipindah ke dalam laporan -gambar dibuat dalam a4 saja |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> -Perbaiki abstrak dan penulisan -Karakteristik air limbah yang dipakai dalam perencanaan -Perbaiki kesimpulan dan saran, sesuaikan dengan tujuan -perbaiki judul dan legenda gambar pada lampiran | <ul style="list-style-type: none"> -Abstrak dan salah ketik sudah diperbaiki. -karakteristik air limbah diperjelas pada halaman 79 -kesimpulan dan saran sudah runtut -judul dan legenda sudah dilengkapi |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> -Format table diseragamkan -Tinggi renang diperhatikan, table perhitungan dimensi dan penanaman direvisi - Gambar tambahan house connection dan IC | <ul style="list-style-type: none"> -Format table diseragamkan bentuk dan warnanya -tinggi renang dimasukkan dalam table, penanaman langsung menyesuaikan dari bagian sebelumnya -dilengkapi pada lampiran |

Dosen Pembimbing,



Adhi Yuniarto, ST.,MT., Ph.D.

Mahasiswa Ybs. 27 Januari 2017



VICTOR HOTMA RIOLANDA

KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : **VICTOR HOTMA RIOLANDA**
 NRP : **3312100089**
 Judul Tugas Akhir : **Perencanaan Pengaliran Air Limbah Domestik Secara Komunal di Kelurahan Kapasari Kecamatan Genteng Surabaya**

| No | Tanggal | Keterangan Kegiatan / Pembahasan | Paraf |
|----|------------|--|--------------------|
| 1 | 16/3 2016 | Conferen jumlah penduduk & trap RW Bab I, BAB II, Perencanaan Desain. | <i>[Signature]</i> |
| 2 | 4/4 2016 | Langgihan perhit. Dimensi, Pipa, survey. | <i>[Signature]</i> |
| 3 | 2/6 2016 | Perencanaan Diameter Pipa Trunk, sekunder, pipa primer di RW 4, Dimensi IPH- | <i>[Signature]</i> |
| 4 | 20/6 2016 | Perhitungan dimensi pipa di RW 5 | <i>[Signature]</i> |
| 5 | 25/10 2016 | Hitung kemana timbunir ABR, PAB | <i>[Signature]</i> |
| 6 | 12/11 2016 | Idem. | <i>[Signature]</i> |
| 7 | 18/11 2016 | Perhitungan BOG & PAB | <i>[Signature]</i> |
| 8 | 28/11 2016 | Cek perhitungan ABR, detail | <i>[Signature]</i> |
| 9 | 6/12 2016 | Bak parawangi, | <i>[Signature]</i> |
| 10 | 15/12 16 | Gambar manhole, dll | <i>[Signature]</i> |

Surabaya, 22/12/2016.
 Dosen Pembimbing
[Signature]
Atwi Yudianto - ST, MT, PhD

BIOGRAFI PENULIS



Penulis dilahirkan di Jember, 12 Oktober 1994, merupakan anak terakhir dari tiga bersaudara. Penulis telah mengenyam pendidikan dasar pada tahun 2000-2006 di SDN Ajung 2 Kalisat, Jember. Kemudian dilanjutkan di SMPN 1 Jember pada tahun 2006-2009. Pendidikan tingkat atas ditempuh di SMAN 2 Jember pada tahun 2009-2012. Setelah lulus SMA tahun 2012, penulis mengikuti SNMPTN dan diterima di Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS dan terdaftar dengan NRP. 3312100089.

Penulis aktif di berbagai organisasi kampus, sempat menjadi staff di Departemen Kesejahteraan Mahasiswa (Kesma) – Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) ITS Periode 2013-2014. Lalu menjabat sebagai Ketua Persekutuan Doa Teknik Lingkungan (PDTL) Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) ITS pada periode 2014-2015. Penulis juga pernah aktif di beberapa kegiatan kampus dengan menjadi panitia dan pernah mengikuti beberapa pelatihan. Penulis dapat dihubungi via email victorhotma@yahoo.com.